

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)



PCT

WO 03/007238 A1

(71) Dépoussi (pour tous les États désignés sauf (US) : VISION IQ [I/R/R]; 3, rue Nationale, F-92100 Boulogne Billan, cedex (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Dépositaires (pour US seulement):
CHAUVILLE, Benoît [FR/FR], 1, rue Chevrol, F-75011
Paris (FR); GUICHARD, Frédéric [FR/FR], 60, rue
de Picpus, F-75012 Paris (FR); LAVEST, Jean-Marc
[FR/FR], 38, avenue des États-Unis, F-63000 Clermont
Ferrand (FR); LIEGE, Bruno [FR/FR], 7, rue Eugène
Millon, F-75015 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 5 juin 2002 (05.06.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) **Langue de publication :** français

(30) Données relatives à la priorité :		
01/09/291	12 juillet 2001 (12.07.2001)	FR
01/09/292	12 juillet 2001 (12.07.2001)	FR
01/12/264	2 octobre 2001 (02.10.2001)	FR

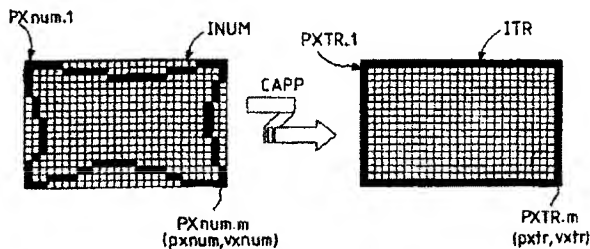
(74) Mandataire : GRYNWALD, Albert; Cabinet Grynwald, 127, rue du Faubourg Poissonnière, F-75009 Paris (FR).

(81) États désignés (nationaux) : AE, AO, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ.

(Suite sur la page suivante)

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR CALCULATING A TRANSFORMED IMAGE FROM A DIGITAL IMAGE

(54) Titre : PROCÉDÉ ET SYSTÈME POUR CALCULER UNE IMAGE TRANSFORMÉE À PARTIR D'UNE IMAGE NUMÉRIQUE



(57) **Abstract:** The invention concerns a system and a method for calculating a transformed image (TRI) from a digital image (NUM) and formatted data related to a geometric transformation, in particular formatted data related to distortion and/or elevational aberrations of a set of appliances. Said calculation is carried out on the basis of an approximation (APP) of said geometric transformation. The invention is applicable to photographic or video image processing, in optical devices, industrial controls, robotics, metrology and the like.

WO 03/007238 A1

(57) Abrégé : L'invention concerne un système et un procédé pour calculer une image transformée (ITR) à partir d'une image métrologique (NIM) et d'informations formées relatives à une transformation géométrique, notamment des informations formées relatives aux distorsions et/ou aberrations chromatiques d'une lunette d'appareil. Le calcul se fait à partir d'une approximation (CAIP) de ladite transformation géométrique. L'invention est applicable au traitement des images photographiques ou vidéo, dans l'imagerie médicale, les courbes industrielles, la robotique, la métrologie, etc.

WO 03/007238 A1

DE, DK, DM, DZ, EC, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PI, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Publiée :
 --- avec rapport de recherche internationale
 --- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

PROCÉDE ET SYSTEME POUR CALCULER UNE IMAGE TRANSFORMÉE À PARTIR D'UNE IMAGE
NUMÉRIQUE

Préambule de la description
Domaine concerné, problème posé

La présente invention concerne un procédé et un
5 système pour calculer une image transformée à partir d'une image
numérique et d'informations formatées relatives à une
transformation géométrique.

Solution
Procédé

10

L'invention concerne un procédé pour calculer une
image transformée à partir d'une image numérique et
d'informations formatées relatives à une transformation
15 géométrique, notamment des informations formatées relatives aux
distorsions et/ou aberrations chromatiques d'une chaîne
d'appareils. Le procédé comprend l'étape de calculer l'image
transformée à partir d'une approximation de la transformation
géométrique. Il en résulte que le calcul est économe en
20 ressource mémoire, en bande passante mémoire, en puissance de

WO 03/007138

PCT/FR02/01907

2

calcul et donc en consommation électrique. Il en résulte également que l'image transformée ne présente pas de défaut visible ou gênant pour son utilisation ultérieure.

L'image numérique est composée de pixels ci-après dénommés pixels numériques. L'image transformée est composée de pixels ci-après dénommés pixels transformés. Le pixel transformé est caractérisé par une position transformée et une valeur transformée. De préférence, selon l'invention, le procédé comprend l'étape de calculer les valeurs des pixels transformés en mettant en œuvre un algorithme général comprenant les processus suivants :

- processus (a), processus de sélection dans l'image numérique, à partir des informations formatées, pour chaque position transformée, d'un bloc de pixels numériques,
- processus (b), processus de calcul, à partir des informations formatées, pour chaque position transformée, d'une position numérique dans ledit bloc de pixels numériques,
- processus (c), processus de calcul pour ladite position transformée de la valeur de pixel transformée en fonction des valeurs des pixels numériques dudit bloc de pixels numériques et de ladite position numérique.

Les informations formatées comprennent des paramètres. Les paramètres permettent de choisir au moins une fonction mathématique liée à ladite transformation géométrique. La ou les fonctions mathématiques permettent de calculer le bloc de pixels numériques et la position numérique à partir de la position transformée.

De préférence, selon l'invention l'algorithme général est mis en œuvre en procédant de la manière suivante :

- on sélectionne des pixels transformés, ci-après désignés les pixels transformés initiaux,
- on applique les processus (a), (b) et (c) de l'algorithme général pour les pixels transformés initiaux, pour obtenir des blocs de pixels numériques initiaux et des positions numériques initiales,

On applique à chaque pixel transformé autre que les pixels transformés initiaux un algorithme optimisé comprend les processus suivants :

5 - processus (d), processus de sélection d'un bloc de pixels numériques dans l'image numérique, à partir des blocs numériques initiaux et/ou à partir de chaque position transformée initiale,

10 - processus (e), processus de calcul d'une position numérique dans le bloc de pixels numériques, à partir des blocs numériques initiaux et/ou à partir de chaque position transformée initiale,

- processus (f), processus de calcul de la valeur de pixel transformée en fonction des valeurs des pixels numériques du bloc de pixels numériques et de la position numérique.

15 Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'il est ainsi possible d'utiliser des informations formatées demandant des calculs complexes pour les points numériques initiaux et de réduire le temps de calcul global en appliquant un algorithme plus simple aux autres points, tout en conservant
20 une bonne approximation de la transformation géométrique.

Le procédé est mis en œuvre avec des moyens de traitement matériel et/ou logiciel. De préférence, selon l'invention, l'algorithme optimisé est en œuvre exclusivement des données entières ou virgule fixe. Il résulte de la
25 combinaison des traits techniques qu'il est possible d'exécuter l'algorithme général et l'algorithme optimisé sans processeur ou opérateur flottant, même si les processus (a) et (b) font des calculs flottant, puisque (a) et (b) sont exécutés bien moins souvent que (c) et (d) et qu'il est alors possible d'émuler le
30 peu d'opérations flottantes utilisées, s'il en existe. Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'il est ainsi possible d'embarquer les algorithmes par exemple dans un appareil photo en consommant le moins possible de courant et en allant le plus vite possible.

De préférence, selon l'invention le procédé comprend en outre l'étape de quantifier les positions numériques pour obtenir des positions numériques quantifiées. Il résulte de la combinaison des traits techniques que les étapes (c) et (f) 5 peuvent être mises en œuvre avec un nombre limité d'entrées ce qui permet de tabuler des coefficients et donc d'utiliser une mémoire cache beaucoup plus petite et d'avoir une bande passante mémoire principale plus faible.

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape de calculer des blocs de coefficients. Les processus (c) et (f) sont réalisés en :

- utilisant la position numérique quantifiée pour sélectionner un bloc de coefficients,
- calculant la valeur de pixel transformé à partir du 15 bloc de coefficients et du bloc de pixels numériques.

Il résulte de la combinaison des traits techniques que le calcul des blocs de coefficients peut être réalisé avant la compilation.

Selon une variante de réalisation de l'invention, les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé peuvent être également appliqués à une autre transformation que la transformation géométrique, notamment l'atténuation du flou de l'image. Il en résulte qu'il est ainsi possible de réaliser en consommant moins d'énergie et moins de temps, plusieurs 25 transformations de l'image.

L'image numérique peut provenir d'un capteur ayant plusieurs canaux. Les canaux peuvent être combinés pour produire des plans couleur. De préférence dans ce cas, selon l'invention, les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé permettent également de combiner les canaux afin 30 d'obtenir les plans couleur. Il résulte de la combinaison des traits techniques que, dans le cas de 3 plans couleur RVB, le temps de calcul et la consommation électrique pour mettre en œuvre l'algorithme général et/ou l'algorithme optimisé sont 35 divisés jusqu'à trois. Il résulte également de la combinaison

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

5

des traits techniques que la précision est meilleure. Il résulte également de la combinaison des traits techniques que, dans le cas d'un appareil qui intègre une fonction de combinaison des canaux, notamment un appareil photo numérique, il est possible à faible surcoût d'ajouter le traitement des transformations géométriques.

L'image numérique peut être composée de plans couleur. De préférence dans ce cas, selon l'invention, le procédé est tel que, pour corriger les aberrations chromatiques, on applique à chaque plan couleur une transformation géométrique différente.

De préférence, selon l'invention, le procédé comporte en outre l'étape de combiner la transformation géométrique avec une autre transformation géométrique variable selon l'image numérique, notamment un zoom. Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'il est possible avec un faible surcoût en temps et énergie, d'appliquer à l'image numérique une autre transformation géométrique notamment un zoom, en même temps que la transformation géométrique. Il résulte également de la combinaison des traits techniques qu'il est possible d'appliquer la transformation géométrique sur une image numérique ayant subi une autre transformation géométrique.

Les informations formatées peuvent dépendre de caractéristiques variables selon l'image numérique, notamment la taille de l'image numérique. De préférence dans ce cas, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape de déterminer la valeur des caractéristiques variables, pour l'image numérique. Les processus (a) et (b) utilisent les informations formatées dépendant de la valeur, ainsi déterminée, des caractéristiques variables. Il résulte de la combinaison des traits techniques que la mise en œuvre du procédé pour des informations formatées dépendant d'une caractéristique variable est ramené à la mise en œuvre du procédé pour des informations formatées ne dépendant d'aucune caractéristique variable.

De préférence, selon l'invention, les informations formatées sont liées à des défauts de distorsion et/ou

aberrations chromatiques de la chaîne d'appareils. Les paramètres sont liés à un champ mesuré.

L'image transformée peut présenter une différence avec l'image obtenue par application de la transformation géométrique à l'image numérique. De préférence dans ce cas, selon l'invention, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- l'étape de choisir un seuil,
- l'étape de choisir l'algorithme général et/ou l'algorithme optimisé et/ou les points transformés initiaux, de telle sorte que la différence soit inférieure au seuil.

Il résulte de la combinaison des traits techniques que le temps de calcul est minimal pour atteindre un certain niveau de qualité d'image.

L'image transformée peut présenter une différence avec l'image obtenue par application de la transformation géométrique à l'image numérique. De préférence dans ce cas, selon l'invention, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- l'étape de choisir un seuil,
- l'étape de choisir l'algorithme général et/ou l'algorithme optimisé et/ou les points transformés initiaux et/ou la quantification des positions numériques quantifiées, de telle sorte que la différence soit inférieure au seuil.

Il résulte de la combinaison des traits techniques que le temps de calcul est minimal pour atteindre un certain niveau de qualité d'image.

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape de trier les positions transformées de telle sorte que les blocs de pixels numériques sélectionnés par les processus (a) et/ou (d) aient un nombre moyen de pixels numériques communs déterminé. Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'une mémoire cache de petite taille ou un nombre faibles de registres suffit pour contenir une grande partie des valeurs de pixels nécessaires à des itérations successives des processus (a) et/ou (d). Il résulte également de la combinaison des traits techniques que la bande passante

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

7

mémoire est fortement réduite. Il résulte également de la combinaison des traits techniques qu'il n'est pas nécessaire de conserver l'image numérique complète dans une mémoire. Il résulte également de la combinaison des traits techniques qu'il n'est pas nécessaire de conserver l'image transformée complète dans une mémoire. Il résulte également de la combinaison des traits techniques que le coût et la consommation électriques sont réduits.

10

Système

L'invention concerne un système pour calculer une image transformée à partir d'une image numérique et d'informations formatées relatives à une transformation géométrique, notamment des informations formatées relatives aux distorsion et/ou aberrations chromatiques d'une chaîne d'appareils. Le système comprend des moyens de calcul pour calculer l'image transformée à partir d'une approximation de la transformation géométrique.

L'image numérique est composée de pixels ci-après désignés pixels numériques. L'image transformée est composée de pixels ci-après désignés pixels transformés. Le pixel transformé est caractérisé par une position transformée et une valeur transformée. De préférence, selon l'invention, le système comprend des moyens de calcul pour calculer les valeurs des pixels transformés en mettant en œuvre des moyens de traitement informatique comportant un algorithme général comprenant les processus suivants :

- processus (a), processus de sélection dans l'image numérique, à partir des informations formatées, pour chaque position transformée, d'un bloc de pixels numériques,
- processus (b), processus de calcul, à partir des informations formatées, pour chaque position transformée, d'une position numérique dans le bloc de pixels numériques,

- processus (c), processus de calcul pour la position transformée de la valeur de pixel transformée en fonction des valeurs des pixels numériques du bloc de pixels numériques et de la position numérique.

5 Les informations formatées comprennent des paramètres. Les paramètres permettent de choisir au moins une fonction mathématique liée à la transformation géométrique. La ou les fonctions mathématiques permettent de calculer le bloc de pixels numériques et la position numérique à partir de la position transformée.

10 De préférence, selon l'invention, les moyens de calcul mettent en œuvre l'algorithme général de la manière suivante :

- en sélectionnant des pixels transformés, ci-après désignés les pixels transformés initiaux,
15 - en appliquant les processus (a), (b) et (c) de l'algorithme général pour les pixels transformés initiaux, pour obtenir des blocs de pixels numériques initiaux et des positions numériques initiales.

Les moyens de calcul appliquent à chaque pixel transformé autre que les pixels transformés initiaux un algorithme optimisé comprenant les processus suivants :

20 - processus (d), processus de sélection d'un bloc de pixels numériques dans l'image numérique, à partir des blocs numériques initiaux et/ou à partir de chaque position transformée initiale,

25 - processus (e), processus de calcul d'une position numérique dans le bloc de pixels numériques, à partir des blocs numériques initiaux et/ou à partir de chaque position transformée initiale,

30 - processus (f), processus de calcul de la valeur de pixel transformée en fonction des valeurs des pixels numériques du bloc de pixels numériques et de la position numérique.

L'algorithme général ou l'algorithme optimisé est exécuté par des moyens de traitement matériel et/ou logiciel.
35 Selon une variante de réalisation avantageuse, l'algorithme

optimisé met en œuvre exclusivement des données entières ou virgule fixe.

De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de traitement informatique pour quantifier les positions numériques de manière à obtenir des positions numériques quantifiées.

De préférence, selon l'invention le système comprend en outre des moyens de calcul pour calculer des blocs de coefficients. Les processus (c) et (f) sont exécutés par les moyens de calcul en :

- utilisant la position numérique quantifiée pour sélectionner un bloc de coefficients,
- calculant la valeur de pixel transformé à partir du bloc de coefficients et du bloc de pixels numériques.

Les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé sont également applicables à d'autres transformations que la transformation géométrique, notamment l'atténuation du flou de l'image.

L'image numérique provenant d'un capteur peut avoir plusieurs canaux. Les canaux peuvent être combinés pour produire des plans couleur. De préférence, selon l'invention, les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé sont tels qu'ils permettent également de combiner les canaux afin d'obtenir les plans couleur.

De préférence, selon l'invention, l'image numérique est composée de plans couleur. Le système est tel que, pour corriger les aberrations chromatiques, les moyens de traitement informatique permettent d'appliquer à chaque plan couleur une transformation géométrique différente.

De préférence, selon l'invention, le système est tel que les moyens de traitement informatique permettent de combiner la transformation géométrique avec une autre transformation géométrique variable selon l'image numérique, notamment un zoom.

Les informations formatées peuvent dépendre de caractéristiques variables selon l'image numérique, notamment la

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

10

taille de l'image numérique. De préférence dans ce cas, selon l'invention le système comprend en outre des moyens de traitement informatique pour déterminer la valeur des caractéristiques variables, pour l'image numérique concernée.

5 Les moyens de calcul exécutant les processus (a) et (b) utilisent les informations formatées dépendant de la valeur, ainsi déterminée, des caractéristiques variables.

De préférence, selon l'invention, les informations formatées sont liées à des défauts de distorsion et/ou aberrations chromatiques de la chaîne d'appareils. Les

10 paramètres sont liés à un champ mesuré.

L'image transformée peut présenter une différence avec l'image obtenue par application de la transformation géométrique à l'image numérique. De préférence dans ce cas, selon

15 l'invention, le système comprend en outre des moyens de traitement informatique permettant de mettre en œuvre un algorithme général et/ou un algorithme optimisé et/ou des points transformés initiaux de telle sorte que la différence soit inférieure à un seuil choisi.

20 L'image transformée peut présenter une différence avec l'image obtenue par application de la transformation géométrique à l'image numérique. De préférence dans ce cas, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de traitement informatique permettant de mettre en œuvre un

25 algorithme général et/ou un algorithme optimisé et/ou des points transformés initiaux et/ou la quantification des positions numériques quantifiées de telle sorte que la différence soit inférieure à un seuil choisi.

De préférence, selon l'invention, le système comprend

30 en outre des moyens de traitement informatique pour trier les positions transformées de telle sorte que les blocs de pixels numériques sélectionnés par les processus (a) et/ou (d) aient un nombre moyen de pixels numériques communs déterminé.

35

Description détaillée

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

11

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description des variantes de réalisation de l'invention données à titre d'exemple indicatif et non limitatif, et de :

5 - la figure 1, une illustration d'un exemple de réalisation simplifié de l'invention ;

- la figure 2a à 2d, un exemple de réalisation perfectionné d'un procédé de calcul d'une image transformée selon l'invention ;

10 - la figure 3, un organigramme de fonctionnement du procédé de la figure 2a ;

- la figure 4, une illustration d'une étape de calcul de la valeur d'un pixel transformé ;

15 - la figure 5a, un organigramme d'une variante d'un procédé calcul d'une image transformée selon l'invention ;

- les figures 5b et 5c, des illustrations explicatives du procédé de la figure 5a ;

- la figure 6, une illustration de l'étape de calcul d'une valeur d'un pixel transformé permettant de mettre en œuvre plusieurs types de corrections ;

20 - la figure 7, une illustration de l'invention appliquée à une image couleur ;

- la figure 8, un perfectionnement de l'invention permettant de calculer des pixels voisins,

25 - les figures 9a et 9b, l'application de l'invention à des images couleur de type RVB,

- figure 10 : des informations formatées IF liées aux défauts P5 de distorsion géométrique d'un appareil P25 d'une

30 chaîne d'appareils P3,

- figure 11, un exemple de système selon l'invention.

Appareil

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

12

En se référant notamment à la figure 10, on va décrire la notion d'appareil P25. Au sens de l'invention, un appareil P25 peut être notamment:

- un appareil de capture d'image ou un appareil de capture d'image, comme par exemple un appareil photo jetable, un appareil photo numérique, un appareil reflex, un scanner, un fax, un endoscope, un caméscope, une caméra de surveillance, une caméra intégrée ou reliée à un téléphone, à un assistant personnel ou à un ordinateur, une caméra thermique, un appareil d'échographie,
- un appareil de restitution d'image, comme par exemple un écran, un projecteur, un téléviseur, des lunettes de réalité virtuelle ou une imprimante,
- un être humain ayant des défauts de vision, par exemple l'astigmatisme,
- un appareil auquel on veut ressembler, pour produire des images ayant par exemple un aspect similaire à celles produites par un appareil de marque Leica,
- un dispositif de traitement d'images, par exemple un logiciel de zoom qui a comme effet de bord d'ajouter du flou,
- un appareil virtuel équivalent à plusieurs appareils P25.

Un appareil P25 plus complexe comme un scanner/fax/imprimante, un Minilab d'impression photo, un appareil de vidéo-conférence peut être considéré comme un appareil P25 ou plusieurs appareils P25.

Chaîne d'appareils

En se référant notamment à la figure 10, on va maintenant décrire la notion de chaîne d'appareils P3. On appelle chaîne d'appareils P3 un ensemble d'appareils P25. La notion de chaîne d'appareils P3 peut en outre inclure une notion d'ordre.

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

13

Les exemples suivants constituent des chaînes d'appareils P3:

- un seul appareil P25,
- un appareil de capture d'image et un appareil de
- 5 restitution d'image,
- un appareil photo, un scanner, une imprimante par exemple dans un Minilab de tirage photo,
- un appareil photo numérique, une imprimante par exemple dans un Minilab de tirage photo,
- 10 - un scanner, un écran ou une imprimante, par exemple dans un ordinateur,
- un écran ou projecteur et l'œil d'un être humain,
- un appareil et un autre appareil auquel on veut ressembler,
- 15 - un appareil photo et un scanner,
- un appareil de capture d'image, un logiciel de traitement d'images,
- un logiciel de traitement d'images, un appareil de restitution d'image,
- 20 - une combinaison des exemples précédents,
- un autre ensemble d'appareils P25.

Défaut

25 En se référant notamment à la figure 10, on va maintenant décrire la notion de défaut P5. On appelle défaut P5 de l'appareil P25, un défaut lié aux caractéristiques de l'optique et/ou du capteur et/ou de l'électronique et/ou du logiciel intégré à un appareil P25 ; des exemples de défauts P5

30 sont par exemple la distorsion géométrique, le flou, le vignettage, les aberrations chromatiques, le rendu des couleurs, l'uniformité du flash, le bruit du capteur, le grain, l'astigmatisme, l'aberration sphérique.

35 Image numérique

En se référant notamment à la figure 1, on va maintenant décrire la notion d'image numérique INUM. On appelle image numérique INUM une image capturée ou modifiée ou restituée par un appareil P25. L'image numérique INUM peut provenir d'un 5 appareil P25 de la chaîne d'appareils P3. L'image numérique INUM peut être destinée à un appareil P25 de la chaîne d'appareils P3. Dans le cas d'images animées, par exemple vidéo, constituées d'une séquence dans le temps d'images fixes, on appelle image 10 numérique INUM : une image fixe de la séquence d'images.

Informations formatées

En se référant notamment à la figure 10, on va 15 maintenant décrire la notion d'informations formatées IF. On appelle informations formatées IF des données liées à une transformation géométrique, par exemple des données liées aux défauts P5 d'un ou plusieurs appareils P25 de la chaîne d'appareils P3 et permettant de calculer une image transformée 20 ITR en tenant compte des défauts P5 de l'appareil P25. Les défauts P5 peuvent être notamment des défauts de distorsion géométrique et/ou aberration chromatiques. Pour produire les informations formatées IF, on peut utiliser divers procédés basés sur des mesures, et/ou des captures ou restitution de 25 références, et/ou des simulations.

Pour produire les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre : "Procédé et 30 système pour produire des informations formatées liées aux distorsions géométriques." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour produire des informations formatées IF liées aux appareils P25 d'une chaîne d'appareils P3. La chaîne d'appareils P3 comprend notamment au moins un appareil de capture d'image 35 et/ou au moins un appareil de restitution d'image. Le procédé

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

15

comprend l'étape de produire des informations formatées IF liées aux distorsions géométriques d'au moins un appareil de la chaîne.

5 L'appareil P25 permettant de capturer ou restituer une image sur un support. L'appareil P25 comporte au moins une caractéristique fixe et/ou une caractéristique variable selon l'image. La caractéristique fixe et/ou caractéristique variable est susceptible d'être associée à une ou plusieurs valeurs de caractéristiques, notamment la focale et/ou la mise au point et
10 leurs valeurs de caractéristiques associées. Le procédé comprend l'étape de produire des informations formatées mesurées liées aux distorsions géométriques de l'appareil à partir d'un champ mesuré. Les informations formatées IF peuvent comprendre les informations formatées mesurées.

15 Pour produire les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre : "Procédé et système pour réduire la fréquence des mises à jour de moyens de
20 traitement d'images." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour réduire la fréquence des mises à jour de moyens de traitement d'images, notamment un logiciel et/ou un composant. Les moyens de traitement d'images permettant de modifier la qualité des images numériques provenant ou destinées à une
25 chaîne d'appareils. La chaîne d'appareil comporte au moins un appareil de capture d'image et/ou au moins un appareil de restitution d'image. Les moyens de traitement d'image mettent en œuvre des informations formatées liées aux défauts d'au moins un appareil P25 de la chaîne d'appareils P3. Les informations
30 formatées IF dépendent d'au moins une variable. Les informations formatées permettant d'établir une correspondance entre une partie des variables et des identifiants. Les identifiants permettant de déterminer la valeur de la variable correspondante à l'identifiant en tenant compte de l'identifiant et de
35 l'image. Il résulte de la combinaison des traits techniques

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

16

qu'il est possible de déterminer la valeur d'une variable, notamment dans le cas où la signification physique et/ou le contenu de la variable ne sont connus que postérieurement à la diffusion des moyens de traitement d'image. Il résulte également de la combinaison des traits techniques que le temps entre deux mises à jour du logiciel de correction peut être espacé. Il résulte également de la combinaison des traits techniques que les divers acteurs économiques qui produisent des appareils et/ou des moyens de traitement d'image peuvent mettre à jour leurs produits indépendamment des autres acteurs économiques, même si ces derniers changent radicalement les caractéristiques de leurs produits ou ne peuvent forcer leur client à mettre à jour leurs produits. Il résulte également de la combinaison des traits techniques qu'une nouvelle fonctionnalité peut être déployée progressivement en commençant par un nombre limité d'acteurs économiques et d'utilisateurs pionniers.

Pour produire les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente au nom de la société Vision IQ et sous le titre : "Procédé et système pour fournir, selon un format standard, des informations formatées à des moyens de traitement d'images." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour fournir, selon un format standard, des informations formatées IF à des moyens de traitement d'images, notamment des logiciels et/ou des composants. Les informations formatées IF sont liées aux défauts d'une chaîne d'appareils P3. La chaîne d'appareils P3 comprend notamment au moins un appareil de capture d'image et/ou un appareil de restitution d'image. Les moyens de traitement d'images utilisent les informations formatées IF pour modifier la qualité d'au moins une image provenant ou destinée à la chaîne d'appareils P3. Les informations formatées IF comportent des données caractérisant des défauts P5 de l'appareil de capture d'image, notamment les caractéristiques de distorsion, et/ou des données caractérisant

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

17

des défauts de l'appareil de restitution des images, notamment les caractéristiques de distorsion.

Le procédé comprend l'étape de renseigner au moins un champ du format standard avec les informations formatées IF. Le champ est désigné par un nom de champ. Le champ contenant au moins une valeur de champ.

Pour rechercher et préparer les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre : "Procédé et système pour modifier la qualité d'au moins une image provenant ou destinée à une chaîne d'appareils." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour modifier la qualité d'au moins une image provenant ou destinée à une chaîne d'appareils déterminée. La chaîne d'appareils déterminée comprend au moins un appareil de capture d'image et/ou au moins un appareil de restitution d'image. Les appareils de capture d'image et/ou les appareils de restitution d'image, progressivement mis sur le marché par des acteurs économiques distincts, appartiennent à un ensemble indéterminé d'appareils. Les appareils P25 de l'ensemble d'appareils présentent des défauts P5 qui peuvent être caractérisés par des informations formatées. Le procédé comprend, pour l'image concernée, les étapes suivantes :

- l'étape de répertorier des sources d'informations formatées relatives aux appareils de l'ensemble d'appareils,
- l'étape de rechercher de manière automatique, parmi les informations formatées ainsi répertoriées, des informations formatées spécifiques relatives à la chaîne d'appareils déterminée,
- l'étape de modifier de manière automatique l'image numérique INUM au moyen de logiciels de traitement d'images et/ou de composants de traitement d'images en tenant compte des informations formatées spécifiques ainsi obtenues.

35

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

18

Caractéristique variable

On va maintenant décrire la notion de caractéristique variable. Selon l'invention, on appelle caractéristique variable un facteur mesurable et variable d'une image numérique INUM à l'autre capturée, modifiée ou restituée par un même appareil P25, et ayant une influence sur le défaut P5 de l'image capturée, modifiée ou restituée par l'appareil P25, notamment :

- une variable globale, fixe pour une image numérique INUM donnée, par exemple une caractéristique de l'appareil P25 au moment de la capture ou de restitution de l'image liée à un réglage de l'utilisateur ou liée à un automatisme de l'appareil P25,
- une variable locale, variable dans une image numérique INUM donnée, par exemple des coordonnées x, y ou ρ , θ dans l'image, permettant d'appliquer le cas échéant un traitement local différent selon la zone de l'image numérique INUM.

N'est en général pas considéré comme une caractéristique variable : un facteur mesurable et variable d'un appareil P25 à l'autre mais fixe d'une image numérique INUM à l'autre capturée, modifiée ou restituée par un même appareil P25, par exemple la focale pour un appareil P25 à focale fixe.

Les informations formatées IF peuvent dépendre d'au moins une caractéristique variable.

Par caractéristique variable, on peut entendre notamment :

- la focale de l'optique,
- le redimensionnement appliqué à l'image (facteur de zoom numérique : grossissement d'une partie de l'image ; et/ou le sous-échantillonnage : diminution du nombre de pixels de l'image),
- la correction non linéaire de luminance, par exemple la correction de gamma,

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

19

- le rehaussement de contour, par exemple le niveau de déflouage appliqué par l'appareil P25,
- le bruit du capteur et de l'électronique,
- l'ouverture de l'optique,
- 5 - la distance de mise au point,
- le numéro de la vue sur un film,
- la sur ou sous exposition,
- la sensibilité du film ou du capteur,
- le type de papier utilisé dans une imprimante,
- 10 - la position du centre du capteur dans l'image,
- la rotation de l'image par rapport au capteur,
- la position d'un projecteur par rapport à l'écran,
- la balance des blancs utilisée,
- l'activation du flash et/ou sa puissance,
- 15 - le temps de pose,
- le gain du capteur,
- la compression,
- le contraste,
- un autre réglage appliqué par l'utilisateur de
- 20 l'appareil P25, par exemple un mode de fonctionnement,
- un autre réglage automatique de l'appareil P25,
- une autre mesure réalisée par l'appareil P25.

Valeur de caractéristique variable

- 25 On va maintenant décrire la notion de valeur de caractéristique variable VCV. On appelle valeur de caractéristique variable VCV la valeur de la caractéristique variable au moment de la capture, modification ou restitution
- 30 d'une image numérique INUM déterminée.

Modèle paramétrable

- Au sens de l'invention, on appelle modèle paramétrable
- 35 un modèle mathématique pouvant dépendre des caractéristiques

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

20

variables et relatif à un ou plusieurs défauts P5 de un ou plusieurs appareils P25. Les informations formatées IF relatives à un défaut P5 d'un appareil P25 peuvent se présenter sous la forme des paramètres d'un modèle paramétrable dépendant des caractéristiques variables.

Calcul de l'image transformée

En se reportant à la figure 1, on va décrire un exemple général de réalisation du procédé et système de l'invention.

Une image numérique INUM comporte un ensemble d'éléments images appelés pixels P_{NUM.1} à P_{NUM.n} régulièrement réparties à la surface de l'image INUM. Sur la figure 1, ces pixels ont la forme de carrés mais ils pourraient avoir une toute autre forme, circulaire par exemple ; cela dépend de la conception des surfaces destinées à porter l'image dans les appareils de capture et de restitution d'image. De plus, sur la figure 1, les pixels ont été représentés de façon jointive mais en réalité, généralement il existe un espacement entre les pixels.

L'image transformée ITR comporte également un ensemble de pixels appelés pixels transformés P_{TR.1} à P_{TR.n} chaque pixel transformé est caractérisé par une position transformée p_{tr} et une valeur transformée v_{tr}.

Une image transformée est une image corrigée ou modifiée qui est obtenue par application d'une transformation à une image. Cette transformation qui peut être une transformation géométrique est réalisée en intégrant dans le calcul des informations formatées qui tiennent compte, par exemple, des défauts des appareils utilisés ou de caractéristiques que l'on veut introduire dans l'image.

On notera que les informations formatées peuvent être relatives à un nombre limité de pixels transformés et/ou intégrer des valeurs de caractéristique variable VCV selon

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

21

l'image (par exemple la focale, la mise au point, l'ouverture...), dans ce cas il peut y avoir une étape supplémentaire réalisée par exemple par interpolation de manière à se ramener à des informations formatées simples telles celles d'un appareil ne présentant aucune caractéristiques variables, de sorte que le cas des appareils à focale variable se ramène au cas d'un appareil à focale fixe.

Dans l'exemple d'une fonction $x', y' = f(x, y, t)$ où t est une caractéristique variable, les informations formatées peuvent être constituées d'un nombre limité de valeurs $(x_i, y_i, t_i, f(x_i, y_i, t_i))$, il faut alors calculer une approximation pour les autres valeurs de x, y, t . Selon le même formalisme t pourrait être un vecteur et inclure simultanément plusieurs caractéristiques variables. Dans le cas de la distorsion, les informations formatées pourraient être constituées éventuellement de vecteurs permettant d'indiquer le déplacement que suit chaque point, ou d'un ensemble d'éléments discrets représentant les points de mesures utilisés durant une étape préalable d'étalonnage, ou encore toutes fonctions correspondant à une approximation sur cet ensemble discrets de manière à réduire la taille des informations formatées.

Les informations formatées pourront comprendre des données relatives aux appareils utilisés et étudiées dans une phase préalable, mais également toutes informations du style format Exif ou autre qui renseigneraient sur les réglages de l'appareil au moment de la prise de vue (focale, mise au point, ouverture, vitesse, flash...).

L'image numérique INUM représente par exemple la capture de l'image d'un rectangle. Sur la figure 1, les pixels correspondant au tracé du rectangle ont été noircis. Du fait des distorsions des appareils de capture le rectangle a été déformé comme sur l'image INUM représentée en figure 1. L'invention permet, à l'aide d'un calcul CAPP incorporant des approximations selon entre autre une précision finale souhaitée, d'obtenir les valeurs vxtr de pixels transformés de position pxtr et d'obtenir

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

22

sur l'image transformée ITR, un rectangle dont la position et la valeur des pixels sont bien corrigées aux approximations près.

Notons que l'application de l'algorithme CAPP peut dans le cas d'une distorsion ramener l'image déformée vers une image parfaite ou quasi parfaite. Le même algorithme peut également ramener l'image déformée vers une autre image éventuellement déformée différemment de manière à produire une image à la ressemblance proche d'un type d'image connu (effet fish-eye, distorsion retro ...). Le même algorithme permet également de ramener l'image déformée vers une image non parfaite (au sens d'un carré droit comme sur la figure 1) mais optimale aux yeux de l'observateur de sorte de qu'il est possible de compenser éventuellement des défauts géométrique de perception de l'œil humain.

La figure 2a représente un exemple du procédé et système perfectionné selon l'invention. Sur l'image numérique et sur l'image transformée on n'a représenté que les pixels utiles à la description de ce procédé et système. Sur l'image transformée on a représenté un pixel $PXTR.i$ dont on veut connaître la valeur. A la position d'un pixel transformé $pxtr.i$ dans l'image transformée correspond, dans l'image numérique, une position $pxnum.i$ qui est obtenue à partir d'informations formatées (IF) incluant par exemple dans le cas de la distorsion, le vecteur de déplacement nécessaire à ajouter à $pxnum.i$ pour retomber sur $pxtr.i$.

L'invention comporte différentes étapes ainsi décrites et représentées en figure 3.

Tout d'abord, on identifie la position $pxtr.i$ d'un pixel transformé $PXTR.i$ dans l'image transformée (étape ET1). Au cours d'une étape suivante (ET2) connaissant la position dans l'image ITR on en déduit, à l'aide d'informations formatées IF qui traduisent les caractéristiques des appareils de capture et/ou de restitution d'images, la position d'un bloc de pixels $BPNUM.i$ de l'image numérique INUM, lequel bloc englobe la position $pxnum.i$ d'un point correspondant au pixel transformé

PXTR.i. Selon l'exemple de la figure 2a, un bloc de pixels comporte 5 x 5 pixels.

Ensuite, (étape ET3) on calcule, à l'aide des informations formatées, pour la position transformée pxtr.i du pixel PXTR.i, la position numérique pxnum.i du point du bloc de pixels numériques correspondant au pixel PXTR.i. Comme on peut le voir sur la figure 2a, ce point ne correspond pas forcément à la position du centre d'un pixel du bloc de pixels BPNUM.i. On comprend donc que la valeur transformée du pixel EXTR.i ne correspond pas à la valeur d'un pixel numérique.

Au cours de l'étape suivante (ET4), connaissant la position d'un point pxnum.i dans le bloc BPNUM.i, on calcule la valeur d'un pixel fictif dans le bloc BPNUM.i et dont le point pxnum.i est le centre. Ce pixel fictif PXFIC a une valeur qui doit prendre en compte la valeur des pixels qui entourent le point pxnum.i dans le bloc et donc qui prend également en compte la position de ce point dans le bloc. Selon une méthode simple on peut faire une moyenne des valeurs des pixels qui entourent le point.

On peut également faire une moyenne de la valeur des pixels du bloc en affectant à la valeur de chaque pixel un coefficient qui est fonction de la distance de ce pixel par rapport à la position pxnum.i du point. Ce qui revient à faire la somme suivante pour l'ensemble du bloc de pixels.

$$\sum_{j} vxnum.j \times Cj \text{ (position pxnum.i numérique)}$$
avec vxnum.j = valeur d'un pixel dans le bloc.
$$Cj = \text{coefficient du pixel en fonction de la position pxnum.i du point.}$$

Le coefficient de chaque pixel d'un bloc, en fonction de la position pxnum.i du point, peut être calculé de différentes façons. Une première façon est d'utiliser une expression analytique pour le calcul des coefficients de chaque pixel du bloc, en fonction par exemple de l'ordre de la surface d'approximation, de la précision du calculateur et de la position pxnum.i dans le bloc.

Une façon plus simple est de limiter le nombre de positions possibles d'un point dans le bloc par une technique de quantification de la position $pxnum.i$. Dans ce cas là, on prévoit de fabriquer une table de coefficients pour chaque position possible d'un point dans le bloc. Pour les différentes valeurs quantifiées de positions dans un bloc, on calculera plusieurs séries de coefficients avec dans chaque série une valeur de coefficient par pixel du bloc.

Par la suite lors de l'étape ET4 précédemment décrite, on quantifiera la position $pxnum.i$ du point dans le bloc ce qui permettra d'accéder à une série de coefficients avec un coefficient par pixel du bloc utile. Il suffira de multiplier cette série de coefficients par la série de valeurs des mêmes pixels.

La figure 4 schématise un tel processus. La position $pxnum.i$ d'un point est quantifiée en une valeur décrite pouvant prendre un nombre limité de valeurs de a à n .

Pour chaque valeur décrite de position d'un point, on dispose d'une table de coefficients Ca à Cn . Pour une valeur, « a » par exemple, la table $Q1$ permet d'accéder à une table de coefficients $a1$ à an . La valeur « a », par exemple, permet d'accéder à la table Ca . La table Ca comporte autant de coefficients $a1$ à an que le bloc de pixel $BPNUM.i$ comporte de pixels. Ces coefficients ont chacun été calculés en fonction de la position $pxnum.i$ du point dans le bloc de façon à donner un poids à la valeur de chaque pixel. On comprendra aisément que les pixels les plus éloignés du point de position $pxnum.i$ dans le bloc auront un poids faible, tandis que les pixels les plus proches auront un poids plus fort.

A l'aide de la table de coefficients Ca et de l'ensemble des valeurs des pixels du bloc $BPNUM.i$ on réalise l'opération

$$F(vxnum.j \times Cj)$$

de façon à obtenir la valeur d'un pixel fictif $PXFIC$ et c'est cette valeur qui va être affectée au pixel transformé $p_{xtr.i}$ de l'image transformée ITR.

5 Dans un exemple de réalisation, on pourra considérer que la position d'un point $p_{xnum.i}$ obtenue, à l'aide d'informations formatées, à partir de la position d'un pixel transformé pourra s'exprimer par une partie entière (ou un premier nombre d'adressage) et une partie décimale (ou un deuxième nombre d'adressage). La quantification de l'adresse

10 $p_{xnum.i}$ qui a été décrite précédemment pourra porter par exemple uniquement sur la partie décimale.

La partie entière pourra être l'adresse d'un bloc de pixel $BPNUM.i$ dans l'image INUM ou plus précisément l'adresse d'un pixel défini de ce bloc, par exemple le pixel $PXnum.1$ du

15 bloc.

La partie décimale désignera l'adresse du point dans le bloc. Pour cette adresse on pourra quantifier le nombre de possibilités et décider qu'elle ne peut s'exprimer que sur un nombre limité de bits ce qui limitera le nombre de tables de

20 coefficients C_a à C_n . Par exemple avec une adresse dans le bloc exprimée sur 3 bits on aura à prévoir 8 tables de coefficients C_a à C_n .

Il est ainsi possible d'exécuter le procédé de l'invention sans processeur ou opérateur flottant, même si les

25 étapes ET2 et ET3 font des calculs flottants, puisque ces étapes seront susceptibles d'être exécutées bien moins souvent que l'étape ET4 et qu'il est alors possible d'émuler la peu d'opérations flottantes utilisées, s'il en existe de sorte qu'il est ainsi possible d'embarquer lesdits algorithmes par exemple

30 dans un appareil photo en consommant le moins possible de courant et en allant le plus vite possible. Dans ce cas, le système selon l'invention comprend des moyens de traitement matériel et/ou logiciel sans processeur ou opérateur flottant.

Cependant, il est possible d'utiliser des processeurs

35 ou opérateurs dits flottants (exemple : processeur Intel

Pentium) par opposition à des processeurs ou opérateurs dits entiers (exemple : processeur de traitement du signal Texas Instruments TMS320C54xx).

5 Le procédé qui précède peut être appliqué à tous les pixels de l'image transformée pour connaître leur valeur à partir des valeurs des pixels numériques.

Pour cet exemple de procédé on a pris, à titre d'exemple, un bloc de pixels numériques de forme carrée. Cependant comme représenté en figures 2b, 2c et 2d, ce bloc
10 pourrait avoir toute autre forme (circulaire, hexagonale, etc.).

On va maintenant décrire un perfectionnement du procédé et système de l'invention permettant de réaliser un traitement plus rapide. On constate que, pour chaque pixel transformé, le calcul d'une position d'un point dans l'image
15 numérique à l'aide des informations formatées prend du temps qui peut être économisé.

La figure 5a représente un organigramme d'un exemple de variante d'un procédé de calcul d'une image transformée.

On choisit tout d'abord (étape ET0), dans l'image
20 transformée, un certain nombre de pixels qu'on appellera pixels transformés initiaux. Par exemple, on choisit quatre pixels PXINIT.1 à 4.

Pour chaque pixel transformé on réalise le procédé précédemment décrit. C'est pourquoi, sur la figure 5a on
25 retrouve les étapes ET1 à ET4 qui sont les mêmes que celles de la figure 3. Lorsque les étapes ET1 à ET4 ont été appliquées à un pixel transformé initial PXINIT.1 à 4, le système s'interroge (étape ET5) pour savoir si tous les pixels transformés initiaux ont été traités ; si ce n'est pas le cas le processus des étapes
30 ET1 à ET4 recommence pour un autre pixel transformé initial. Lorsque tous les pixels transformés initiaux ont été traités, le système est prêt à passer à l'étape suivante ET6 du procédé. On se trouve, à l'issue de l'étape ET5, dans la situation représentée en figure 5b, avec :

27

- dans l'image transformée ITR, quatre pixels transformés PXINIT.1 à 4 ;

- dans l'image numérique INUM, quatre blocs de pixels numériques initiaux BPINIT.1 à 4 dans lesquels se trouvent des points pinit.1 à 4. Les positions des blocs BPINIT.1 à 4 dans l'image INUM sont connues (voir étape ET2 du procédé). Les positions des points pinit.1 à 4 dans leurs blocs respectifs sont également connues (voir étape ET3 du procédé).

Il s'agit maintenant de calculer la valeur d'un pixel transformé PXTR.i quelconque de l'image transformée. Sur la figure 5c, ce pixel PXTR.i est situé entre les pixels transformés initiaux, mais cela n'est pas obligatoire.

Au cours de l'étape ET6 on sélectionne donc un pixel PXTR.i et on acquiert sa position pxtr dans l'image transformée.

Au cours de l'étape ET7 on calcule la position relative du pixel PXTR.i par rapport aux pixels transformés initiaux PXINIT.1 à 4. Par exemple, connaissant les positions (px.1, px.2, etc.) de tous ces pixels, on calcule les distances l1 à l4 entre pixels transformés initiaux ainsi que les distances d1.1, d1.2, d2.1, ... d4.2 du pixel PXTR.i aux pixels transformés initiaux PXINIT.1 à 4. Ensuite, on exprime la position du pixel PXTR.i en position relative par rapport aux pixels transformés initiaux et/ou par rapport aux distances séparant les pixels transformés initiaux. Cette position relative pourra ainsi être exprimée en pourcentages de distances. Cette position pourra également être exprimée sous la forme d'une relation bilinéaire du type :

$$(d1.1)(d2.1)(px.4) + (1-d1.1)(d2.1)(px.3) + (d1.1)(1-d2.1)(px.2) + (1-d1.1)(1-d2.1)(px.1)$$

ou toute autre relation d'ordre supérieur.

Au cours de l'étape ET8, on localise le bloc de pixel numérique BPNUM.i contenant le point résultant de la projection mathématique du pixel transformé PXTR.i sur l'image numérique à partir des relations de proportionnalité précédemment calculée.

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

28

Au cours de l'étape ET9, avec les mêmes règles de proportionnalité, on détermine la position $pxnum.i$, dans le bloc $BPNUM.i$, du point résultant de la projection mathématique du pixel transformé $PXTR.i$ sur l'image numérique.

5 A ce stade l'utilisation des règles de proportionnalité appliquée à l'ensemble de points de l'image est économe en temps de calcul par rapport à l'utilisation des informations formatées.

Comme précédemment la position du point $pxnum.i$ pourra
10 être quantifiée et être exprimée sur un nombre limité de bits. On pourra prendre la même base de quantification que celle adoptée lors du calcul des valeurs des pixels transformés initiaux de façon à utiliser les mêmes tables de coefficients à appliquer au bloc de pixels numériques pour obtenir la valeur du
15 pixel $PXPTC$ et donc celle du pixel transformé $PXTR.i$ (étape ET10).

On notera que:

- les pixels transformés initiaux peuvent être disposés selon une matrice régulière, que le pas de la matrice
20 peut être une puissance de deux pour pouvoir bénéficier des instructions parallèles d'un processeur, notamment les instructions MMX, SSE, SSE2 de Intel ou 3DNow de AMD.

- la localisation d'un bloc de pixels (étape ET8) et la localisation d'un point dans le bloc de pixels localisé
25 (étape ET9) peuvent être faites par interpolation bilinéaire.

Selon une variante de réalisation de l'invention on peut prévoir de réaliser le procédé du calcul de la valeur du pixel en plusieurs étapes afin de réduire la taille des blocs et le nombre final d'addition et/ou multiplication réalisé par le
30 calculateur. Pour certaines valeurs des coefficients C_j représentant un opérateur d'interpolation dit mathématiquement séparable pour un homme de l'art, il est possible d'effectuer l'algorithme général et/ou optimisé pour une transformation géométrique horizontale dans un premier temps et à nouveau pour
35 une transformation géométrique verticale sur le résultat

intermédiaire, de sorte que le nombre de multiplications et/ou additions nécessaire pour traiter un bloc est théoriquement divisé par deux.

On notera également que :

- 5 - la quantification des positions des pixels transformés et des pixels numériques permet de réaliser des tables de coefficients de dimension constantes et limitées, ce qui permet d'utiliser une mémoire cache beaucoup plus petite et d'avoir une bande passante mémoire principale plus faible. Ceci
- 10 est possible parce que les calculs des étapes ET3 et ET10 ne dépendent que de la position numérique dans le bloc de pixel.
 - les tables de coefficients peuvent être réalisées une fois pour toute dans le système. Bien entendu, il est possible d'avoir plusieurs types de tables de coefficients de
 - 15 tailles différentes correspondant à des blocs de pixels numériques de tailles différentes. Ainsi, il sera possible en modifiant la précision de la quantification de modifier le taux de l'approximation du traitement et donc de modifier la qualité de l'image transformée obtenue. Il est également possible
 - 20 d'avoir plusieurs types de tables de coefficients de mêmes tailles mais dans lesquelles, pour une même position d'un point dans un bloc de pixels numériques, les différents types de tables contiennent des coefficients de valeurs différentes afin le cas échéant de compenser au choix différents types de défauts
 - 25 distincts (distorsion, vignettage, flou ...).
 - Une dimension intéressante des tables de coefficients peut être de 4 x 4 sans que cela soit obligatoire.
 - Les coefficients peuvent être ceux d'une interpolation bi-cubique et les calculs des étapes ET3 et ET10
 - 30 peuvent être faits sous forme d'un produit scalaire.
- L'approximation du traitement résultant de la quantification sur un nombre limité de bits des positions des pixels, comme cela vient d'être décrit, conduit à avoir une
- 35 image transformée qui peut présenter une différence par rapport à une image obtenue entièrement par transformation mathématique.

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

30

Dans ces conditions on peut décider de limiter cette approximation en prévoyant, dans le procédé, une étape de choix de seuil. Cette étape portera notamment sur le choix d'un seuil de quantification en décidant que la quantification ne descendra pas en dessous d'un seuil déterminé de façon à avoir un nombre

de positions numériques d'un point dans un bloc de pixels qui ne soit pas inférieur à ce seuil. On pourra ainsi optimiser le temps de calcul pour une qualité d'image transformée déterminée.

La figure 8 représente un perfectionnement de l'invention permettant d'économiser du temps d'échange mémoire et donc du temps de traitement. On conçoit aisément que le calcul de la valeur de deux pixels transformés voisins conduise à utiliser deux blocs de pixels numériques ayant des pixels communs et donc à aller lire deux fois (selon cet exemple) les valeurs de ces pixels communs. Le perfectionnement de l'invention a pour objet d'éviter cette double lecture. Pour cela on prévoit de trier les positions des pixels transformés de façon à les traiter selon un certain ordre. Par exemple, on peut décider de traiter les pixels transformés de l'image transformée, ligne par ligne et dans chaque ligne, pixel par pixel en décrivant chaque ligne de la gauche vers la droite. C'est ainsi que sur la figure 8, on peut traiter tout d'abord le pixel PXTR.1, puis le pixel PXTR.2, etc.

Le traitement du pixel PXTR.1, selon le procédé décrit précédemment, donne lieu :

- à la sélection d'un bloc de pixels numériques BPNUM1,
- au positionnement d'un point dans ce bloc de pixels,
- au calcul de la valeur du pixel transformé PXTR.1 en fonction de la position de ce point et de la valeur des pixels du bloc.

Selon le perfectionnement du procédé et système de l'invention, les valeurs des pixels BPNUM.1 sont gardées dans une mémoire temporaire. De façon pratique, la mémorisation des valeurs de ces pixels pourra se faire, par exemple, en mémoire cache.

Le traitement du pixel EXTR.2 donne lieu à la sélection du bloc de pixels numériques BPNUM.2, par exemple, qui possède des pixels en commun avec le bloc BPNUM.1 précédemment utilisé. Les valeurs de ces pixels ayant été gardées en mémoire temporaire, le système n'a besoin d'aller chercher que les valeurs des pixels de BPNUM.2 non communs avec le bloc BPNUM.1 ; sur la figure 8, il s'agit des pixels de la colonne de droite du bloc BPNUM.2. Après le traitement du pixel EXTR.2, on conserve en mémoire temporaire les valeurs des pixels du bloc BPNUM.2 de façon à préparer le traitement du pixel transformé suivant EXTR.3.

Selon une variante de l'invention, on peut ne garder en mémoire temporaire que les valeurs des pixels communs aux deux blocs de pixels utilisés successivement. De façon générale, on ne mémorise en mémoire temporaire que les valeurs d'un nombre moyen de pixels communs à deux blocs de pixels utilisés successivement.

La description qui précède a été faite dans le cadre de la correction de distorsion mais l'invention est également applicable à la correction ou l'atténuation du flou de sorte qu'il est possible de réaliser plusieurs transformations d'image en consommant moins d'énergie et moins de temps.

Cette même description est également applicable pour le cas d'une chaîne d'appareils où un ou plusieurs appareils présenteraient des défauts par exemple de distorsion. Une combinaison des informations formatées se traduiraient dans l'espace de la distorsion par une simple sommation vectorielle et permettrait de traiter la globalité du défaut sur la chaîne d'appareils en une seule passe.

Il est également possible de combiner dans une même transformation, plusieurs types de corrections telles le remplissage des valeurs discrètes RGB et/ou CMJN sur un capteur d'image couleur, la suppression du vignettage de l'image, l'adjonction d'une fonction d'agrandissement ou de zoom, un changement de perspective.

la figure 6, schématise les étapes de calcul (ET4 ou ET10) dans lequel on peut prévoir, pour calculer la valeur de chaque pixel transformé, des tables de coefficients supplémentaires permettant d'effectuer d'autres corrections. C'est ainsi, que sur la figure 6, les tables de coefficients Ca à Cn permettent de calculer les valeurs corrigées des pixels après correction des distorsions. Les tables de coefficients CA et CN permettent de corriger d'autres défauts tels que le flou, le vignettage de l'image, etc. La multiplication des tables entre elles, tel que cela est indiqué sur la figure 6, ou toute autre opération permettant de combiner les coefficients d'une table, permet de combiner plusieurs corrections de types différents et donc d'économiser du temps de traitement et de la consommation d'énergie. Une telle disposition permet à l'utilisateur de choisir de faire telle ou telle correction, ou l'ensemble des corrections si l'utilisateur le souhaite.

On va maintenant décrire l'application des exemples de réalisation des procédés et systèmes précédemment décrits au traitement d'une image de couleur.

On peut considérer qu'une image couleur provient de plusieurs canaux et fournit plusieurs plans image ou plans couleur.

Comme représenté en figure 7, une image couleur est considérée comme étant constituée par une image rouge INUMR, une image verte INUMV et une image bleue INUMB.

Les procédés décrits précédemment sont exécutés jusqu'à l'étape de calcul de la valeur d'un pixel transformé, c'est à dire jusqu'à l'étape ET3 de la figure 3 ou ET9 de la figure 5a. On connaît donc alors la position d'un bloc de pixels numériques (BPNUMR, BPNUMV, BPNUMB), dans chaque image INUMR, INUMV et INUMB, ainsi que la position dans ces blocs, d'un point correspondant au pixel transformé dont on veut calculer la valeur. On connaît également la valeur des différents pixels constituant les blocs BPNUMR, BPNUMV et BPNUMB.

La position du point correspondant au pixel transformé à calculer, permet d'accéder à une table de coefficients, par exemple la table C1 sur la figure 7. Comme précédemment, on effectue le calcul

5
$$Z(vxnum.i \times Cj)$$

en réalisant la somme des produits de la valeur d'un pixel du bloc par le coefficient correspondant de la table de coefficients. On effectue cette opération pour le bloc BPNUMR de l'image rouge, puis pour le bloc BPNUMV de l'image verte et 10 enfin pour le bloc BPNUMB de l'image bleu. On obtient ainsi la valeur d'un pixel transformé dans ses composantes rouge, verte et bleues.

Un tel procédé et système permet, pour la couleur, d'économiser du temps et de la consommation d'énergie. Un tel 15 traitement peut ainsi être intégré dans un appareil photo numérique. Il peut être alors envisagé d'ajouter au traitement des transformations géométriques.

L'invention est applicable au traitement des images couleur dans lesquelles les nombres de pixels des différentes 20 couleurs ou nombres de canaux couleur (r, v, b) ne sont égaux. Par exemple une image trichrome IMrvb, telle que représentée en figure 9a, peut comporter deux pixels verts pour un pixel rouge et un pixel bleu ce qui est généralement le cas des capteurs 25 couleur où l'œil est beaucoup sensible aux longueurs d'onde du vert. Par ailleurs une image couleur est considérée du point de vue du traitement logiciel de l'image comme comportant autant d'images (ou plans couleurs) qu'il y a de couleurs de base dans l'image. C'est ainsi que l'image IMrvb de la figure 9a est 30 considérée comme comportant les trois plans couleur IMr, IMv, IMb. Dans le procédé et système précédemment décrit, chaque plan couleur sera traité indépendamment de façon à obtenir trois images transformées. De plus, il peut être intéressant de donner une valeur à chaque pixel de chacune de ces images transformées. La figure 9b représente trois plans images transformés ITRr, 35 ITRv et ITRb correspondant aux trois plans images couleur IMr,

IMv et IMb de la figure 9a. Le calcul de la valeur de chaque pixel des différents plans images transformés se fait en appliquant le procédé décrit précédemment et en prenant pour chaque pixel couleur transformé (rouge par exemple) un bloc de pixel numérique du plan image numérique couleur correspondant. (le plan IMr selon l'exemple pris).

De plus, dans l'application du procédé et système à une image couleur, pour économiser du temps et de l'énergie électrique, on pourra combiner les traitements des trois plans couleur.

Notamment, on pourra prévoir d'appliquer une même transformation géométrique entre un plan image couleur transformé et un plan image couleur numérique pour compenser par exemple la distorsion.

On pourra également appliquer pour les différents plans couleur des transformations géométriques différentes de façon à corriger les aberrations chromatiques et/ou la distorsion.

On notera que dans une image RVB (à trois canaux), les plans couleur transformés peuvent être obtenus en prenant un pixel sur trois.

Dans la description qui précède l'image transformée et l'image numérique se correspondent par transformation géométrique. Il est possible de combiner une première transformation géométrique déterminée résultant notamment des caractéristiques fixes et connues des appareils utilisés avec une deuxième transformation géométrique telle qu'une transformation géométrique variable qui est fonction de l'image numérique et notamment, par exemple, des conditions de capture de l'image (zoom par exemple), de sorte qu'il est possible avec un faible surcoût en temps et énergie, d'appliquer à l'image numérique l'autre transformation géométrique, le zoom selon l'exemple pris, en même temps que la première transformation géométrique et qu'il est possible d'appliquer la transformation

WO 03/007138

PCT/FR02/01907

35

géométrique variable sur une image numérique ayant subi la première transformation géométrique.

La deuxième transformation géométrique peut être notamment :

- 5 - une rotation,
- une rotation de un quart ou un demi-tour,
- une translation,
- un zoom,
- un redimensionnement,
- 10 - un changement de perspective,
- un changement de repère,
- une projection,
- une transformation géométrique représentée par une fonction permettant de calculer des coordonnées x' et y' à
- 15 partir de coordonnées x et y ,
- l'identité,
- une combinaison de ces exemples,
- toute transformation géométrique linéaire ou non.

La combinaison entre les deux transformations géométriques peut être faite dans divers buts :

- 20 - appliquer à l'image numérique la deuxième transformation géométrique notamment un zoom, en même temps que la première transformation géométrique pour, par exemple dans le cas où la transformation géométrique est liée à une distorsion,
- 25 pouvoir obtenir une image transformée de même taille que l'image numérique, malgré le redimensionnement nécessaire pour avoir des bords d'image droit;
- combiner les distorsions de plusieurs appareils d'une chaîne pour les corriger en une étape ;
- 30 - dans le cas par exemple d'un appareil photo numérique produisant des images de diverses tailles en appliquant un zoom, et où la transformation géométrique est liée aux distorsions géométriques de l'appareil, la combinaison de la transformation géométrique avec le zoom permet de corriger les
- 35 distorsions; des informations relatant l'historique des

traitements appliqués à l'image numérique peuvent être utiles à cette fin.

La combinaison entre les deux transformations géométriques peut être faite de diverses façons :

- 5 - par calcul sur les paramètres,
- par calcul sur les fonctions mathématiques, par exemple s'il s'agit de champ de vecteurs par addition de vecteurs, s'il s'agit de polynômes par combinaison des polynômes ; les fonctions mathématiques peuvent être des fonctions
- 10 calculant des coordonnées x' et y' à partir de coordonnées x et y ,
- par calcul à chaque itération des processus des étapes ET2 et ET3, dans ce cas la mise en oeuvre de l'algorithme optimisé permet de rendre très faible le surcoût en temps de calcul de l'application de la deuxième transformation
- 15 géométrique aux points transformés initiaux lorsqu'on applique le procédé de la figure 5a.

L'invention est applicable dans tout système de traitement d'image mais également dans les appareils

20 photographiques, les caméscope, les caméras de surveillance, les caméras informatiques de type webcam.

Les exemples de réalisation de l'invention ainsi décrits pourront être mis en oeuvre sous forme logicielle ou sous

- 25 forme de composants câblés.
- La figure 11 représente un exemple de système selon l'invention. Le système comprend des moyens de calcul MC. Les moyens de calcul MC mettent en oeuvre le procédé selon l'invention, pour calculer l'image transformée ITR à partir à
- 30 partir de l'image numérique INUM, de la valeur des caractéristiques variables VCV et d'informations formatées IF relatives à une transformation géométrique, notamment d'informations formatées IF relatives aux distorsions et/ou aberrations chromatiques de la chaîne d'appareils P3.

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

37

Le système peut comprendre des moyens de traitement informatique MII, pour notamment mettre en oeuvre le procédé selon l'invention pour:

- quantifier les positions numériques de manière à obtenir des positions numériques quantifiées, et/ou
- corriger les aberrations chromatiques en appliquant à chaque plan couleur une transformation géométrique différente, pour combiner la transformation géométrique avec une autre transformation géométrique variable selon l'image numérique, notamment un zoom,
- déterminer la valeur des caractéristiques variables VCV, pour l'image numérique concernée, par exemple en utilisant les données enregistrées au format Exif dans le fichier contenant l'image numérique INUM,
- trier les positions transformées.

Application de l'invention à la réduction de coût

- On appelle réduction de coût, un procédé et système pour diminuer le coût d'un appareil P25 ou d'une chaîne d'appareils P3, notamment le coût de l'optique d'un appareil ou d'une chaîne d'appareils; le procédé consistant à :

- diminuer le nombre de lentilles, et/ou
- simplifier la forme des lentilles, et/ou
- concevoir ou choisir dans un catalogue une optique ayant des défauts P5 plus importants que ceux souhaités pour l'appareil ou la chaîne d'appareils, et/ou
- utiliser des matériaux, composants, traitements ou procédés de fabrication moins coûteux pour l'appareil ou la chaîne d'appareils, ajoutant des défauts P5.

- Le procédé et système selon l'invention peut être utilisé pour diminuer le coût d'un appareil ou d'une chaîne d'appareils : on peut concevoir une optique numérique, produire des informations formatées IF relatives aux défauts P5 de l'appareil ou à la chaîne d'appareils, utiliser ces informations formatées pour permettre à des moyens de traitement d'image, intégrés ou non, de modifier la qualité des images provenant ou

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

38

destinées à l'appareil ou à la chaîne d'appareils, de sorte que la combinaison de l'appareil ou la chaîne d'appareil et des moyens de traitement d'image permettent de capturer, modifier ou restituer des images de la qualité souhaitée avec un coût

5 réduit.

Revendications

Procédé

1. Procédé pour calculer une image transformée à partir d'une image numérique (INUM) et d'informations formatées (IF) relatives à une transformation géométrique, notamment des informations formatées (IF) relatives aux distorsion et/ou aberrations chromatiques (P5) d'une chaîne d'appareils (P3);
- 5 ledit procédé comprenant l'étape de calculer ladite image transformée (ITR) à partir d'une approximation (CAFP) de ladite transformation géométrique.
2. Procédé selon la revendication 1; ladite image numérique étant composée de pixels ci-après désignés pixels numériques (PXnum.1 à PXnum.m); ladite image transformée étant composée de pixels ci-après désignés pixels transformés (EXTR.1 à EXTR.m); ledit pixel transformé étant caractérisé par une
- 15 position transformée (pxtr) et une valeur transformée (vxtr);
- ledit procédé comprenant l'étape de calculer les valeurs (vxtr) desdits pixels transformés (EXTR.1 à EXTR.m) en mettant en œuvre un algorithme général comprenant les processus
- 20 suivants :
- processus (a), processus de sélection (ET1, ET2) dans ladite image numérique, à partir desdites informations formatées, pour chaque position transformée (pxtr.i), d'un bloc de pixels numériques (BPNUM.i),
 - 25 - processus (b), processus de calcul (ET3), à partir desdites informations formatées (IF), pour chaque position transformée (pxtr), d'une position numérique (pxnum.i) dans ledit bloc de pixels numériques (BPNUM.i),
 - processus (c), processus de calcul (ET4) pour ladite
 - 30 position transformée de ladite valeur de pixel transformée (vxtr.i) en fonction des valeurs des pixels numériques (pxnum.1)

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

40

udit bloc de pixels numériques (BPNUM.i) et de ladite position numérique (pxnum.i);

lesdites informations formatées comprenant des paramètres ; lesdits paramètres permettant de choisir au moins une fonction mathématique liée à ladite transformation géométrique ; la ou lesdites fonctions mathématiques permettant de calculer ledit bloc de pixels numériques et ladite position numérique à partir de ladite position transformée.

3. Procédé selon la revendication 2 ; ledit algorithme général étant mis en œuvre en procédant de la manière suivante :

- on sélectionne des pixels transformés, ci-après désignés les pixels transformés initiaux (PXINIT.1 à PXINIT.4),
- on applique les processus (a), (b) et (c) dudit algorithme général pour lesdits pixels transformés initiaux, pour obtenir des blocs de pixels numériques initiaux (BPINIT.1 à BPINIT.4) et des positions numériques initiales (pninit.1 à pninit.4),

- on applique à chaque pixel transformé (PXTR.i) autre que les pixels transformés initiaux (PXINIT.1 à PXINIT.4) un algorithme optimisé comprenant les processus suivants :

- processus (d), processus de sélection d'un bloc de pixels numériques (BPNUM.i) dans ladite image numérique, à partir desdits blocs numériques initiaux (BPINIT.1 à BPINIT.4) et/ou à partir de chaque position transformée initiale (px.1 à px.4),

- processus (e), processus de calcul d'une position numérique (pnum.i) dans ledit bloc de pixels numériques (BPNUM.i), à partir desdits blocs numériques initiaux et/ou à partir de chaque position transformée initiale (px.1 à px.4),

- processus (f), processus de calcul de ladite valeur de pixel transformée (PXTR.i) en fonction des valeurs des pixels numériques dudit bloc de pixels numériques (BPNUM.i) et de ladite position numérique (pnum.i).

4. Procédé selon la revendication 3 ; ledit procédé étant mis en œuvre avec des moyens de traitement matériel et/ou

logiciel ; ledit algorithme optimisé mettant en œuvre exclusivement des données entières ou virgule fixe.

5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de quantifier lesdites positions numériques (Q01) pour obtenir des positions numériques quantifiées.

6. Procédé selon la revendication 5 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de calculer des blocs de coefficients (Ca à Cn et CA à CN) ; lesdits processus (c) et (f) étant réalisés en :

10 - utilisant ladite position numérique quantifiée (Q01) pour sélectionner un bloc de coefficients (Ca à Cn et/ou CA à CN),

15 - calculant ladite valeur de pixel transformé à partir dudit bloc de coefficients et dudit bloc de pixels numériques.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6 ; les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé étant également applicables à une autre transformation que ladite transformation géométrique, notamment

20 l'atténuation du flou de ladite image.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 7 ; ladite image numérique provenant d'un capteur ayant plusieurs canaux ; lesdits canaux pouvant être combinés pour produire des plans couleur (IMr à IMb) ; les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé permettant également

25 de combiner lesdits canaux afin d'obtenir lesdits plans couleur.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 8 ; ladite image numérique étant composée de plans couleur ; ledit procédé étant tel que, pour corriger les aberrations chromatiques, on applique à chaque plan couleur une

30 transformation géométrique différente.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 9 ; ledit procédé comportant en outre l'étape de combiner ladite transformation géométrique avec une autre transformation

géométrique variable selon ladite image numérique, notamment un zoom.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 10 ; lesdites informations formatées dépendant de caractéristiques variables selon l'image numérique, notamment la taille de ladite image numérique; ledit procédé comprenant en outre l'étape de déterminer la valeur desdites caractéristiques variables, pour ladite image numérique; lesdits processus (a) et (b) utilisant lesdites informations formatées dépendant de la valeur, ainsi déterminée, desdites caractéristiques variables ; de sorte que la mise en œuvre du procédé pour des informations formatées dépendant d'une caractéristique variable est ramené à la mise en œuvre du procédé pour des informations formatées ne dépendant d'aucune caractéristique variable.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 11 ; lesdites informations formatées étant liées à des défauts de distorsion et/ou aberrations chromatiques de ladite chaîne d'appareils ; lesdits paramètres étant liés à un champ mesuré.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 12 ; ladite image transformée présentant une différence avec l'image obtenue par application de ladite transformation géométrique à ladite image numérique; ledit procédé comprenant en outre les étapes suivantes :

- l'étape de choisir un seuil,
- l'étape de choisir l'algorithme général et/ou l'algorithme optimisé et/ou les points transformés initiaux, de telle sorte que ladite différence soit inférieure audit seuil.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 13 ; ladite image transformée présentant une différence avec l'image obtenue par application de ladite transformation géométrique à ladite image numérique; ledit procédé comprenant en outre les étapes suivantes :

- l'étape de choisir un seuil,

WO 03/007138

PCT/FR02/01907

43

- l'étape de choisir l'algorithme général et/ou l'algorithme optimisé et/ou les points transformés initiaux et/ou la quantification des positions numériques quantifiées, de telle sorte que ladite différence soit inférieure audit seuil.

- 5 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 14 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de trier lesdites positions transformées de telle sorte que lesdits blocs de pixels numériques sélectionnés par lesdits processus (a) et/ou (d) aient un nombre moyen de pixels numériques communs
- 10 déterminé.

Système

16. Système pour calculer une image transformée (ITR) à partir d'une image numérique (INUM) et d'informations formatées (IF) relatives à une transformation géométrique, notamment des informations formatées relatives aux distorsion et/ou aberrations chromatiques (P5) d'une chaîne d'appareils (P3) ;

- 20 ledit système comprenant des moyens de calcul (MC) pour calculer ladite image transformée (ITR) à partir d'une approximation (CAPP) de ladite transformation géométrique.

17. Système selon la revendication 16 ; ladite image numérique étant composée de pixels ci-après désignés pixels numériques (FXnum.1 à FXnum.m) ; ladite image transformée étant composée de pixels ci-après désignés pixels transformés (PXTR.1 à PXTR.m) ; ledit pixel transformé étant caractérisé par une position transformée (pxtr) et une valeur transformée (vxtr) ;

- ledit système comprenant des moyens de calcul (MC) pour calculer les valeurs (vxtr) desdits pixels transformés en mettant en œuvre des moyens de traitement informatique comportant un algorithme général comprenant les processus suivants :

- processus (a), processus de sélection dans ladite image numérique, à partir desdites informations formatées, pour
- 35

WO 03/007138

PCT/FR02/01907

44

chaque position transformée (pxtr.i), d'un bloc de pixels numériques (pxtr.i),

- processus (b), processus de calcul, à partir desdites informations formatées, pour chaque position transformée (pxtr), d'une position numérique (pxnum.i) dans ledit bloc de pixels numériques (BPNUM.i),
- processus (c), processus de calcul pour ladite position transformée de ladite valeur de pixel transformée (vxtr.i) en fonction des valeurs des pixels numériques (psnum.i) dudit bloc de pixels numériques et de ladite position numérique (pxnum.i);

lesdites informations formatées comprenant des paramètres ; lesdits paramètres permettant de choisir au moins une fonction mathématique liée à ladite transformation géométrique ; la ou lesdites fonctions mathématiques permettant de calculer ledit bloc de pixels numériques et ladite position numérique à partir de ladite position transformée.

18. Système selon la revendication 17 ; ledit algorithme général étant mis en œuvre en procédant de la manière suivante :

- on sélectionne des pixels transformés, ci-après désignés les pixels transformés initiaux (PXINIT.1 à PXINIT.4),
- on applique les processus (a), (b) et (c) dudit algorithme général pour lesdits pixels transformés initiaux, pour obtenir des blocs de pixels numériques initiaux (BPINIT.1 à BPINIT.4) et des positions numériques initiales (pninit.1 à pninit.4),
- on applique à chaque pixel transformé (PXTR.i) autre que les pixels transformés initiaux (PXINIT.1 à PXINIT.4) un algorithme optimisé comprenant les processus suivants :
- processus (d), processus de sélection d'un bloc de pixels numériques (BPNUM.i) dans ladite image numérique, à partir desdits blocs numériques initiaux (BPINIT.1 à BPINIT.4) et/ou à partir de chaque position transformée initiale (px.1 à px.4),

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

45

- processus (e), processus de calcul d'une position numérique (pnum.i) dans ledit bloc de pixels numériques (BPNUM.i), à partir desdits blocs numériques initiaux et/ou à partir de chaque position transformée initiale (px.1 à px.4),,
- 5 - processus (f), processus de calcul de ladite valeur de pixel transformée (FXTR.i) en fonction des valeurs des pixels numériques dudit bloc de pixels numériques et de ladite position numérique.
- 19. Système selon la revendication 18 ; ledit
- 10 algorithme général ou ledit algorithme optimisé étant exécuté par des moyens de traitement matériel et/ou logiciel ; ledit algorithme optimisé mettant en œuvre exclusivement des données entières ou virgule fixe.
- 20. Système selon l'une quelconque des revendications
- 15 17 à 19 ; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique (MC, QUL) pour quantifier lesdites positions numériques de manière à obtenir des positions numériques quantifiées.
- 21. Système selon la revendication 20; ledit système
- 20 comprenant en outre des moyens de calcul pour calculer des blocs de coefficients (Ca à Cn et CA à CN),; lesdits processus (c) et (f) étant réalisés en :
 - utilisant ladite position numérique quantifiée pour sélectionner un bloc de coefficients (Ca à Cn et/ou CA à CN),
 - 25 - calculant ladite valeur de pixel transformé à partir dudit bloc de coefficients et dudit bloc de pixels numériques.
- 22. Système selon l'une quelconque des revendications
- 17 à 21 ; les processus de calcul (c) et (f) de la valeur de pixel transformé étant également applicables à une autre
- 30 transformation que ladite transformation géométrique, notamment l'atténuation du flou de ladite image.
- 23. Système selon l'une quelconque des revendications
- 17 à 22 ; ladite image numérique provenant d'un capteur ayant plusieurs canaux ; lesdits canaux pouvant être combinés pour
- 35 produire des plans couleur (Imr à IMc); les processus de calcul

(c) et (f) de la valeur de pixel transformé étant tels qu'ils permettent également de combiner lesdits canaux afin d'obtenir lesdits plans couleur.

24. Système selon l'une quelconque des revendications 17 à 23 ; ladite image numérique étant composée de plans couleur ; ledit système étant tel que, pour corriger les aberrations chromatiques, lesdits moyens de traitement informatique permettent d'appliquer à chaque plan couleur une transformation géométrique différente.

25. Système selon l'une quelconque des revendications 17 à 24 ; ledit système étant tel que lesdits moyens de traitement informatique permettent de combiner ladite transformation géométrique avec une autre transformation géométrique variable selon ladite image numérique, notamment un zoom.

26. Système selon l'une quelconque des revendications 17 à 25 ; lesdites informations formatées dépendant de caractéristiques variables selon l'image numérique, notamment la taille de ladite image numérique ; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique pour déterminer la valeur desdites caractéristiques variables, pour ladite image numérique ; lesdits processus (a) et (b) utilisant lesdites informations formatées dépendant de la valeur, ainsi déterminée, desdites caractéristiques variables.

27. Système selon l'une quelconque des revendications 17 à 26 ; lesdites informations formatées étant liées à des défauts de distorsion et/ou aberrations chromatiques de ladite chaîne d'appareils ; lesdits paramètres étant liés à un champ mesuré.

28. Système selon l'une quelconque des revendications 18 à 27 ; ladite image transformée présentant une différence avec l'image obtenue par application de ladite transformation géométrique à ladite image numérique ; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique permettant de mettre en œuvre un algorithme général et/ou un algorithme

optimisé et/ou des points transformés initiaux de telle sorte que ladite différence soit inférieure à un seuil choisi.

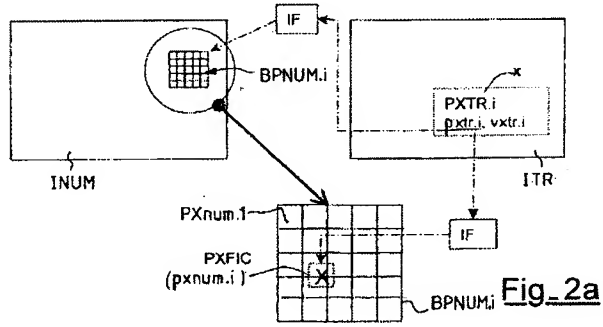
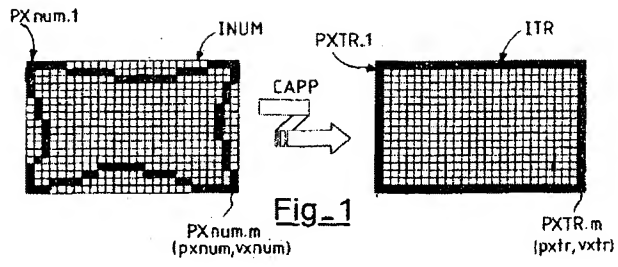
29. Système selon l'une quelconque des revendications 20 à 28 ; ladite image transformée présentant une différence
5 avec l'image obtenue par application de ladite transformation géométrique à ladite image numérique; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique permettant de mettre en œuvre un algorithme général et/ou un algorithme optimisé et/ou des points transformés initiaux et/ou la
10 quantification des positions numériques quantifiées de telle sorte que ladite différence soit inférieure à un seuil choisi.

30. Système selon l'une quelconque des revendications 18 à 29 ; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique pour trier lesdites positions
15 transformées de telle sorte que lesdits blocs de pixels numériques sélectionnés par lesdits processus (a) et/ou (d) aient un nombre moyen de pixels numériques communs déterminé.

WO 03/007238

PCT/FR02/01907

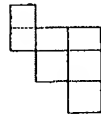
1/9



Fig_2b



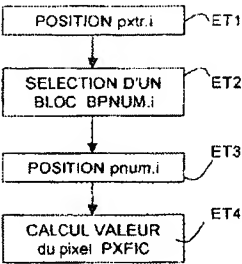
Fig_2c



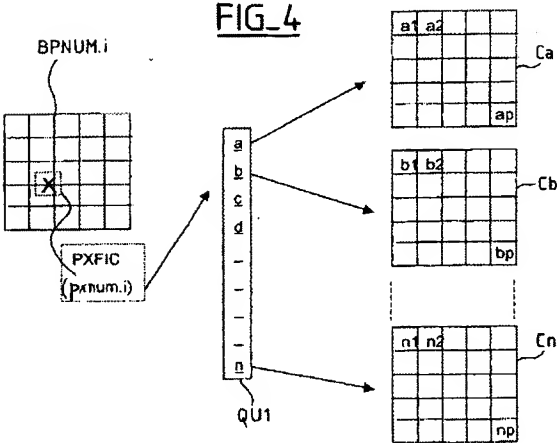
Fig_2d

2/9

FIG_3



FIG_4



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

3/9

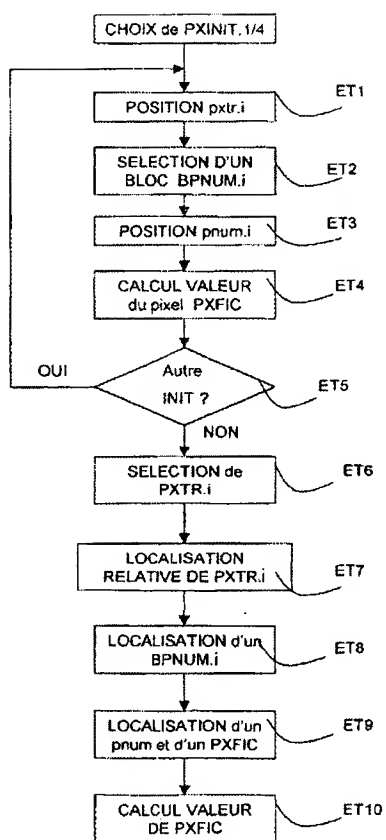
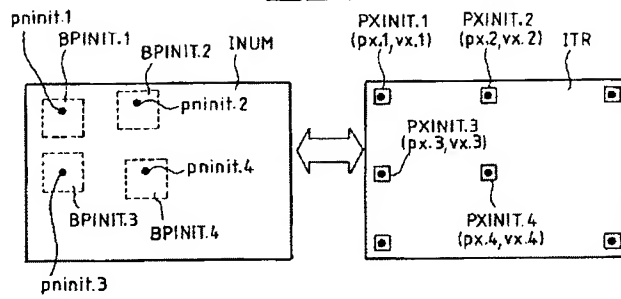
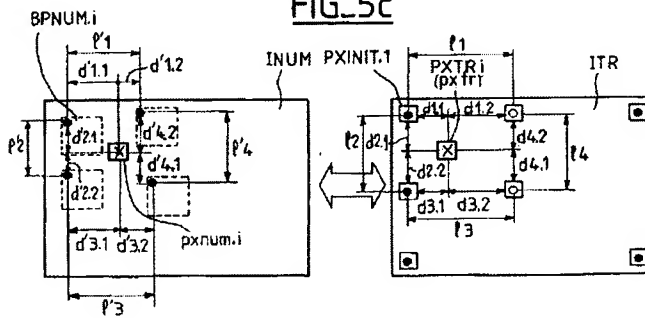


Fig. 5a

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLA 26)

4/9

FIG. 5bFIG. 5c

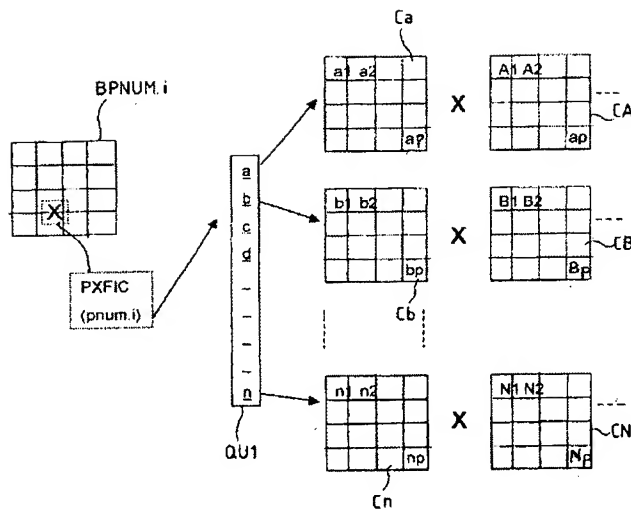
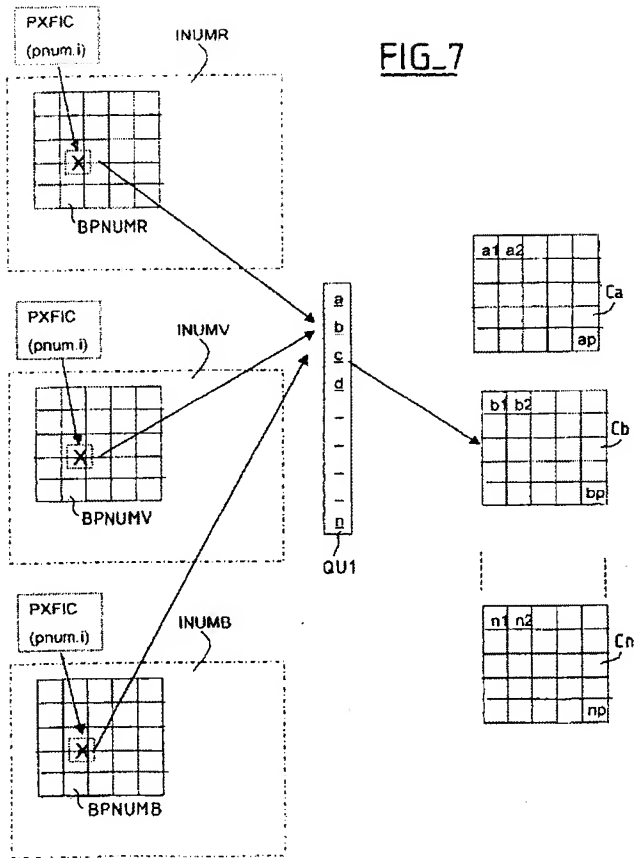
FIG_6

FIG. 7

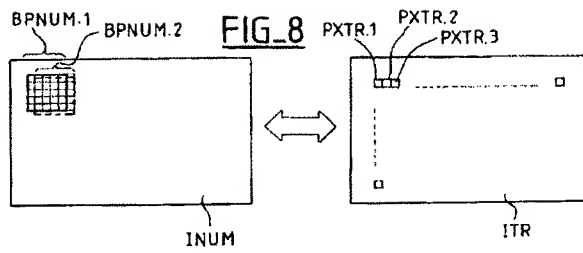
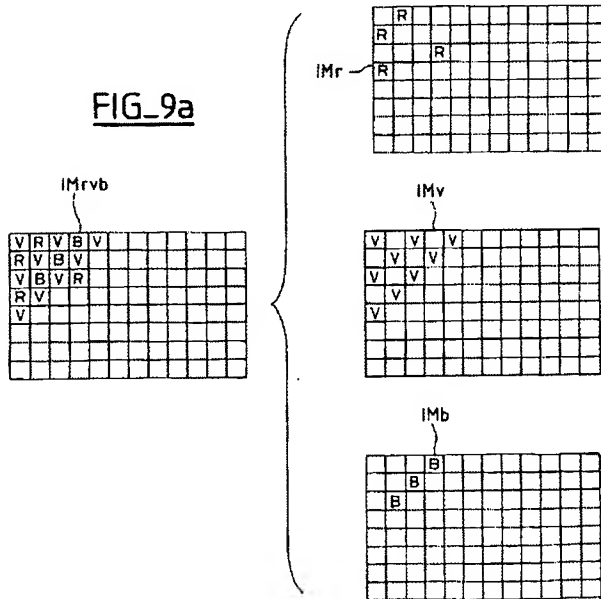


FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

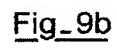
WO 03/007238

PCT/FR02/01907

7/9

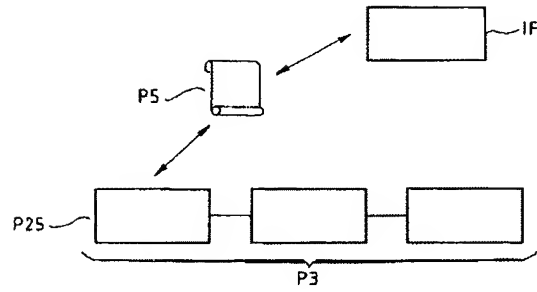
**FIG_9a**

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

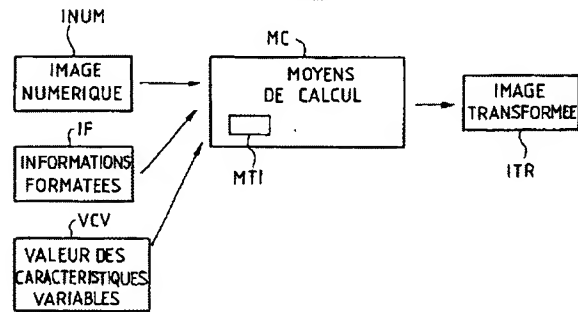


9/9

FIG_10



FIG_11



【手続補正書】

【提出日】平成15年9月11日(2003. 9. 11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

デジタルイメージ(INUM)および幾何学的変換に関する書式付き情報(IF)から変換されたイメージを計算し、前記書式付き情報(IF)は機器連鎖(P3)の欠陥にリンクされ、前記書式付き情報は、特に、機器連鎖(P3)の歪みおよび／または色収差(P5)にリンクされる方法であって、前記幾何学的変換の近似(CAPP)から前記変換されたイメージ(ITR)を計算する段階を含む方法。

【請求項2】

前記デジタルイメージは、これ以降デジタルピクセル(PXnum. 1からPXnum. m)と呼ばれるピクセルで構成され、前記変換されたイメージは、これ以降変換されたピクセル(PXTR. 1からPXTR. m)と呼ばれるピクセルで構成され、前記変換されたピクセルは、変換された位置(pxtr)および変換された値(vxtr)によって特徴付けられ、

前記変換されたピクセル(PXTR. 1からPXTR. m)の値(vxtr)を計算する段階を含み、計算のために、

— 前記デジタルイメージ内で、前記書式付き情報から、変換された位置(pxtr. i)毎に、1ブロック(BPNUM. 1)分のデジタルピクセルを選択する(ET1、ET2)プロセスであるプロセス(a)、

— 前記書式付き情報(IF)から、変換された位置(pxtr)毎に、デジタルピクセルの前記ブロック(BPNUM. i)内のデジタル位置(pxnum. i)を計算する(ET3)プロセスであるプロセス(b)、

— 前記変換された位置について、変換されたピクセルの前記値(vxtr. i)をデジタルピクセルの前記ブロック(BPNUM. i)のデジタルピクセル(pxnum. 1)の値および前記デジタル位置(pxnum. i)の関数として計算する(ET4)プロセスであるプロセス(c)を含む一般的アルゴリズムを使用し、

前記書式付き情報はパラメータを含み、前記パラメータにより、前記幾何学的変換に関する少なくとも1つの関数を選択することができ、前記1つまたは複数の関数により、前記変換された位置からデジタルピクセルの前記ブロックおよび前記デジタル位置を計算することができる請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記一般的アルゴリズムは、

— これ以降初期変換ピクセルと呼ぶ変換されたピクセル(PXINIT. 1からPXINIT. 4)を選択し、

— 初期デジタルピクセルおよび初期デジタル位置(pninit. 1からpninit. 4)のブロック(BPINIT. 1からBPINIT. 4)を取得するために、前記初期変換ピクセルの前記一般的アルゴリズムのプロセス(a)、(b)、および(c)を適用するという手順で使用され、

— 初期変換ピクセル(PXINIT. 1からPXINIT. 4)以外の変換された各ピクセル(PXTR. i)に対して、

— 前記初期デジタルブロック(BPINIT. 1からBPINIT. 4)および／またはそれぞれの初期変換位置(px. 1からpx. 4)から、前記デジタルイメージ内の1ブロック(BPNUM. i)分のデジタルピクセルを選択するプロセスであるプロセス(c)

d)、

- 前記初期デジタルブロックおよび／またはそれぞれの初期変換位置 ($p_{x.1}$ から $p_{x.4}$) から、デジタルピクセルの前記ブロック ($BPNUM.i$) 内のデジタル位置 ($p_{num.i}$) を計算するプロセスであるプロセス (e)、
- 変換されたピクセル ($PXTR.i$) の前記値をデジタルピクセルの前記ブロック ($BPNUM.i$) のデジタルピクセルの値および前記デジタル位置 ($p_{num.i}$) の関数として計算するプロセスであるプロセス (f) を含む最適化されたアルゴリズムを適用する請求項2に記載の方法。

【請求項4】

ハードウェアおよび／またはソフトウェア処理手段で使用され、前記最適化されたアルゴリズムはもっぱら整数または固定小数点データを使用する請求項3に記載の方法。

【請求項5】

さらに、量子化されたデジタル位置を得るために前記デジタル位置 ($QU1$) を量子化する段階を含む請求項2から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

さらに、係数のブロック (Ca から Cn および CA から CN) を計算する段階を含み、前記プロセス (c) および (f) は、

- 前記量子化されたデジタル位置 ($QU1$) を使用して1ブロック (Ca から Cn および／または CA から CN) 分の係数を選択し、
- 係数の前記ブロックおよびデジタルピクセルの前記ブロックから変換されたピクセルの前記値を計算することにより実行される請求項5に記載の方法。

【請求項7】

変換されたピクセルの値を計算する前記プロセス (c) および (f) はさらに、前記幾何学的変換以外の変換、および特に前記イメージのボケの減衰に適用することもできる請求項2から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記デジタルイメージは、複数のチャネルを有するセンサから得られ、前記チャネルを組み合わせて色平面 (IMr から IMb) を出力することができ、変換されたピクセルの値を計算するプロセス (c) および (f) によりさらに、前記チャネルを組み合わせて前記色平面を取得することができる請求項2から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記デジタルイメージは複数の色平面で構成され、色収差を補正するために異なる幾何学的変換が各色平面に適用される請求項2から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

さらに、前記幾何学的変換を前記デジタルイメージに応じて変わる他の幾何学的変換、特にズーム効果と組み合わせる段階を含む請求項2から9のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】

前記書式付き情報はデジタルイメージに依存する可変特性、特にデジタルイメージのサイズに依存し、さらに、前記のデジタルイメージに関して前記可変特性の値を決定する段階を含み、前記プロセス (a) および (b) は前記可変特性についてこうして取得した値に依存する前記書式付き情報を使用し、

可変特性に依存する書式付き情報の方法を採用することは、可変特性に依存しない書式付き情報の方法を採用することに帰着する請求項2から10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

前記書式付き情報は、前記機器連鎖の歪み欠陥および／または色収差に関係し、前記パラメータは、測定フィールドに関係する請求項2から11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

前記変換されたイメージは、前記幾何学的変換を前記デジタルイメージに適用することにより得られるイメージと比較した場合の差を示し、さらに、

- 閾値を選択する段階と、

— 前記差が前記閾値よりも小さくなるように、一般的アルゴリズムおよび／または最適化されたアルゴリズムおよび／または初期変換点を選択する段階を含む請求項3から12のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

前記変換されたイメージは、前記幾何学的変換を前記デジタルイメージに適用することにより得られるイメージと比較した場合の差を示し、さらに、

— 閾値を選択する段階と、
— 前記差が前記閾値よりも小さくなるように、一般的アルゴリズムおよび／または最適化されたアルゴリズムおよび／または初期変換点および／または量子化されたデジタル位置の量子化を選択する段階を含む請求項5から13のいずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

さらに、前記プロセス(a)および／または(d)によって選択されたデジタルピクセルの前記ブロックが指定された平均個数の共通デジタルピクセルを有するように、前記変換された位置をソートする段階を含む請求項3から14のいずれか一項に記載の方法。

【請求項16】

デジタルイメージ(INUM)および幾何学的変換に関する書式付き情報(IF)から変換されたイメージ(ITR)を計算し、前記書式付き情報は機器連鎖(P3)の欠陥、前記機器連鎖(P3)の歪みおよび／または色収差(P5)にリンクされるシステムであって、
前記幾何学的変換の近似(CAPP)から前記変換されたイメージ(ITR)を計算する計算手段(MC)を備えるシステム。

【請求項17】

前記デジタルイメージは、これ以降デジタルピクセル(PXnum. 1からPXnum. m)と呼ばれるピクセルで構成され、前記変換されたイメージは、これ以降変換されたピクセル(PXTR. 1からPXTR. m)と呼ばれるピクセルで構成され、前記変換されたピクセルは、変換された位置(pxtr)および変換された値(vxtr)によって特徴付けられ、
前記変換されたピクセルの値(vxtr)を計算する計算手段(MC)を備え、その計算のために、

— 前記デジタルイメージ内で、前記書式付き情報から、変換された位置(pxtr. i)毎に、1ブロック(pxtr. i)分のデジタルピクセルを選択するプロセスであるプロセス(a)、
— 前記書式付き情報から、変換された位置(pxtr)毎に、デジタルピクセルの前記ブロック(BPNUM. i)内のデジタル位置(pxnum. i)を計算するプロセスであるプロセス(b)、
— 前記変換された位置について、変換されたピクセルの前記値(vxtr. i)をデジタルピクセルの前記ブロックのデジタルピクセル(psnum. 1)の値および前記デジタル位置(pxnum. i)の関数として計算するプロセスであるプロセス(c)を含む一般的アルゴリズムを備えるデータ処理手段を使用し、
前記書式付き情報はパラメータを含み、前記パラメータにより、前記幾何学的変換に関係する少なくとも1つの関数を選択することができ、前記1つまたは複数の関数により、前記変換された位置からデジタルピクセルの前記ブロックおよび前記デジタル位置を計算することができる請求項16に記載のシステム。

【請求項18】

前記一般的アルゴリズムは、
— これ以降初期変換ピクセルと呼ぶ変換されたピクセル(PXINIT. 1からPXINIT. 4)を選択し、
— 初期デジタルピクセルおよび初期デジタル位置(pninit. 1からpninit. 4)のブロック(BPINIT. 1からBPINIT. 4)を取得するために、前記初期変換ピクセルの前記一般的アルゴリズムのプロセス(a)、(b)、および(c)を適

用するという手順で使用され、

- 初期変換ピクセル (PXINIT. 1 から PXINIT. 4) 以外の変換された各ピクセル (PXTR. i) に対して、
- 前記初期デジタルブロック (BPINIT. 1 から BPINIT. 4) および／またはそれぞれの初期変換位置 (px. 1 から px. 4) から、前記デジタルイメージ内の1ブロック (BPNUM. i) 分のデジタルピクセルを選択するプロセスであるプロセス (d)、
- 前記初期デジタルブロックおよび／またはそれぞれの初期変換位置 (px. 1 から px. 4) から、デジタルピクセルの前記ブロック (BPNUM. i) 内のデジタル位置 (pnum. i) を計算するプロセスであるプロセス (e)、
- 変換されたピクセル (PXTR. i) の前記値をデジタルピクセルの前記ブロックのデジタルピクセルの値および前記デジタル位置の関数として計算するプロセスであるプロセス (f) を含む最適化されたアルゴリズムを適用する請求項17に記載のシステム。

【請求項19】

前記一般的アルゴリズムまたは前記最適化されたアルゴリズムは、ハードウェアおよび／またはソフトウェア処理手段により実行され、前記最適化されたアルゴリズムはもっぱら整数データまたは固定小数点データを使用する請求項18に記載のシステム。

【請求項20】

さらに、量子化されたデジタル位置を得るために前記デジタル位置を量子化するデータ処理手段 (MC、QU1) を備える請求項17から19のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項21】

さらに、係数のブロック (Ca から Cn および CA から CN) を計算する計算手段を備え、前記プロセス (c) および (f) は、

- 前記量子化されたデジタル位置を使用して1ブロック (Ca から Cn および／または CA から CN) 分の係数を選択し、
- 係数の前記ブロックおよびデジタルピクセルの前記ブロックから変換されたピクセルの前記値を計算することにより実行される請求項20に記載のシステム。

【請求項22】

変換されたピクセルの値を計算する前記プロセス (c) および (f) はさらに、前記幾何学的変換以外の変換、特に前記イメージのボケの減衰に適用することもできる請求項17から21のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項23】

前記デジタルイメージは、複数のチャネルを有するセンサから得られ、前記チャネルを組み合わせて色平面 (IMr から IMb) を出力することができ、変換されたピクセルの値を計算するプロセス (c) および (f) によりさらに、前記チャネルを組み合わせて前記色平面を取得することができる請求項17から22のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項24】

前記デジタルイメージは複数の色平面で構成され、前記データ処理手段は色収差を補正するために異なる幾何学的変換を各色平面に適用することができる請求項17から23のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項25】

前記データ処理手段により、前記幾何学的変換を前記デジタルイメージに応じて変わる他の幾何学的変換、特にズーム効果と組み合わせることができる請求項17から24のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項26】

前記書式付き情報はデジタルイメージに依存する可変特性、特にデジタルイメージのサイズに依存し、さらに、前記のデジタルイメージに関して前記可変特性の値を決定するデータ処理手段を備え、前記プロセス (a) および (b) は前記可変特性についてこうして取得した値に依存する前記書式付き情報を使用する請求項17から25のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項27】

前記書式付き情報は、前記機器連鎖の歪み欠陥および／または色収差に関係し、前記パラメータは、測定フィールドに関係する請求項17から26のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項28】

前記変換されたイメージは前記幾何学的変換を前記デジタルイメージに適用することにより得られるイメージと比較した場合の差を示し、さらに、前記差が選択した閾値よりも小さくなるように、一般的アルゴリズムおよび／または最適化されたアルゴリズムおよび／または初期変換点を使用することが可能なデータ処理手段を備える請求項18から27のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項29】

前記変換されたイメージは前記幾何学的変換を前記デジタルイメージに適用することにより得られるイメージと比較した場合の差を示し、さらに、前記差が選択した閾値よりも小さくなるように、一般的アルゴリズムおよび／または最適化されたアルゴリズムおよび／または初期変換点および／または量子化されたデジタル位置の量子化を使用することが可能なデータ処理手段を備える請求項20から28のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項30】

さらに、前記プロセス(a)および／または(d)によって選択されたデジタルピクセルの前記ブロックが指定された平均個数の共通デジタルピクセルを有するように、前記変換された位置をソートするデータ処理手段を備える請求項18から29のいずれか一項に記載のシステム。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int. Application No. PCT/FR 02/01987
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 606T1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Mnemonic documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 606T		
Documentation searched other than mnemonic documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDS, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WATANABE M ET AL: "AN IMAGE DATA FILE FORMAT FOR DIGITAL STILL CAMERA" FINAL PROGRAM AND ADVANCE PRINTING OF PAPERS, ANNUAL CONFERENCE, IMAGING ON THE INFORMATION SUPERHIGHWAY, XX, XX, 1995, pages 421-424, XP000618775 /* page 414, table 1 */	1,2,16, 17
Y	US 4 695 964 A (SETO YOUICHI ET AL) 22 September 1987 (1987-09-22) column 2, line 10 - line 35	1,2,16, 17
A	US 6 219 446 B1 (HOSAKA TAKAO ET AL) 17 April 2001 (2001-04-17) column 6, line 1 - column 7, line 8 -/-	1-30
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of this actual completion of the international search 4 December 2002		Date of mailing of the international search report 27/12/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P. B. 5018 Patentstein 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31)-70 340-2040, Tx: 31 651 epo nl Fax: (+31)-70 340-2016		Authorized officer Perez Molina, E

Form PCT/ISA/210 (second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int. Application No. PCT/FR 02/01907
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication where appropriate of the relevant passages	Relevance to claim no.
A	US 5 144 687 A (HONDA MICHITAKA) 1 September 1992 (1992-09-01) claim 1 -----	2, 17
A	WO 00 07376 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 10 February 2000 (2000-02-10) page 25, line 6 -page 26, line 27 -----	2

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

Int. Application No.
PCT/FR 02/01907

Parent document cited in search report		Publication date	Parent family member(s)	Publication date
US 4695964	A	22-09-1987	JP 1854778 C	07-07-1994
			JP 5063835 B	13-09-1993
			JP 60120473 A	27-06-1985
			CA 1298107 A1	31-03-1992
			FR 2556159 A1	07-06-1985
US 6219446	B1	17-04-2001	JP 10319517 A	04-12-1998
US 5144687	A	01-09-1992	JP 61201372 A	06-09-1986
WO 0007376	A	10-02-2000	US 6456339 B1	24-09-2002
			WO 0007376 A1	10-02-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1999)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE		Des : Internationale No PCT/FR 02/01907
A. CLASSEMENT DELL'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 606T1/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et le CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation normale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 606T		
Documentation consultée autre que la documentation normale dans la mesure où des documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPD-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDS, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WATANABE M ET AL: "AN IMAGE DATA FILE FORMAT FOR DIGITAL STILL CAMERA" FINAL PROGRAM AND ADVANCE PRINTING OF PAPERS. ANNUAL CONFERENCE. IMAGING ON THE INFORMATION SUPERHIGHWAY. XX, XX, 1995, pages 421-424, XP000618775 /- page 414, table 1 =/	1,2,16, 17
Y	US 4 695 964 A (SETO YUICHI ET AL) 22 septembre 1987 (1987-09-22) colonne 2, ligne 10 - ligne 35	1,2,16, 17
A	US 6 219 446 B1 (HOSAKA TAKAO ET AL) 17 avril 2001 (2001-04-17) colonne 6, ligne 1 -colonne 7, ligne 8 -/-	1-30
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités. "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document présent (sans doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (voir qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'un de la technique pertinent, mais cité pour corroborer le principe ou la théorie concernant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent: l'inventeur revendiqué ne peut être considéré comme inventeur de l'invention ou comme ayant une activité inventive par rapport au document considéré pertinent "Y" document particulièrement pertinent: l'inventeur revendiqué ne peut être considéré comme inventeur de l'invention ou comme ayant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant existante pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectuée achevée 4 décembre 2002		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 27/12/2002
Nom et adresse postale de l'administrateur chargé de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 2618 Palatinat 2 16 - 22001 Nijmegen Tel: (+31-70) 340-2042, Tx: 31 051 apo nl Fax: (+31-70) 340-3018		Fonctionnaire autorisé Perez Molina, E

Formulaire PCT/ISA/210 (dernière suite) (juin 1999)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE		De Internationale No PCT/FR 02/01907
C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 144 687 A (HONDA MICHITAKA) 1 septembre 1992 (1992-09-01) revendication 1	2, 17
A	WO 00 07376 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 10 février 2000 (2000-02-10) page 25, ligne 6 -page 26, ligne 27	2

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE				
Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets				De l'Internationale No PCT/FR 02/01907
Document breveté cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication	
US 4695964	A	22-09-1987	JP 1854778 C	07-07-1994
			JP 5063835 B	13-09-1993
			JP 60120473 A	27-06-1985
			CA 1298107 A1	31-03-1992
			FR 2556159 A1	07-06-1985
US 6219446	B1	17-04-2001	JP 10319517 A	04-12-1998
US 5144687	A	01-09-1992	JP 61201372 A	06-09-1986
WO 0007376	A	10-02-2000	US 6456339 B1	24-09-2002
			WO 0007376 A1	10-02-2000

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ギシャール フレデリック

フランス国、パリ エフ 75012、ルー デ ピクピュ 60

(72)発明者 ラヴェス ジャン マルク

フランス国、クレルモン フェラン エフ 63000、アヴェニュー デゼタジュニ 38

(72)発明者 リエージュ ブルーノ

フランス国、パリ エフ 75015、ルー ウージェナ ミロ 7

Fターム(参考) 5B057 CA12 CA16 CB12 CB16 CD12 CH14 CH16 CH20

5C076 AA14 BA06